

KEMIAN OPETUSTA VALOKUVAUSKEMIAN AVULLA

Verkkopohjainen opiskeluympäristö opetuksen tukena
aikuiskoulutuksessa

Pro gradu- tutkielma

Hannu Aho

09.05.2005

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Helsingin yliopisto

Ohjaajat: Maija Aksela ja Heikki Saarinen



Keskuspuiston Ammattiopisto Ruskeasuolla (kuvattu neulanreikäkameralla tammikuussa 2005)

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion Matemaattis-luonnontieteellinen		Laitos – Institution Kemian laitos	
Tekijä – Författare Hannu Aho			
Työn nimi – Arbetets titel Kemian opetusta valokuvauskemian avulla			
Oppiaine – Läroämne Kemia			
Työn laji – Arbetets art Pro gradu- tutkielma		Aika – Datum 15.04.2005	Sivumäärä – Sidoantal 50
Tiivistelmä – Referat			
Tutkielmassa on etsitty mahdollisuutta yhdistää valokuvauskemia kemian perusopetukseen audiovisuaalisella linjalla keskiasteen ammattillisessa koulutuksessa. Valokuvauskemiassa ovat yleisiä erilaiset epäorgaaniset ja orgaaniset yhdisteet, joten kemian eri osa-alueiden opettaminen niiden avulla on täysin mahdollista. Kunnollisen opetusmateriaalin tekeminen edellyttää kemian ja valokuvauskemian lisäksi syventymistä kemian opetussuunnitelmaan ja nykyaikaisiin opiskeluympäristöihin. Tutkielman alkuosassa käsitellään valokuvauksen historiaa ja mustavalko- ja värivalokuvan valmistamisen pääperiaatteet. Omassa luvussa on käsitelty mustavalko-valokuvauskemian teoriaa ja sen yhteydessä on esitelty tärkeimmät mustavalko-valokuvan valmistuksessa käytettävät kehitereseptit Yleisimpien yksin toimivien kehitteiden lisäksi esitellään yleisimmät kaksoiskehitteet metoli-hydrokinoni ja fenidoni-hydrokinoni. Keskeytshuhtelun, kiinnittämisen, heikentämisen ja vahvistamisen peruseriaatteet ovat omassa luvussa. Toonauksista on otettu mukaan ruskotoonaus ja metallisuolatoonaus, josta esimerkkinä on sinitoonaus. Alan opiskelijat ovat pääosin aikuisopiskelijoita, joten omana lukunaan on käsitelty aikuiskoulutusta ja elinikäisen koulutuksen problematiikkaa eri tutkimusten valossa. Yhteiskunnan toimivuuden takia on tärkeää pitää suuret vanhemmat ikäpolvet työelämässä mukana mahdollisimman pitkään. Uuden teknologian käyttöönotto työpaikolla asettaa omat haasteensa aikuiskoulutukselle ja opiskelijoiden tulisi tottua tietoverkkojen monipuoliseen käyttöön. Opetussuunnitelmassa tulisi aina näkyä työelämän ja yhteiskunnan näkemykset. Tutkielmassa on eri asiantuntija-artikkeleiden avulla pyritty siirtämään nämä näkemykset audiovisuaalisen linjan kemian opetussuunnitelmaan. Opetussuunnitelmasta tehdyssä mallissa ovat mukana kemian keskeiset tavoitteet, sisällöt, oppimateriaalit, oppimismenetelmät ja arviointi. Osa opiskelijoista ei kuitenkaan pysty saavuttamaan opetussuunnitelman tavoitteita, joten näille erityistukea tarvitseville opiskelijoille laaditaan henkilökohtainen opetussuunnitelma. Tutkielmassa on tarkasteltu kirjallisuuden avulla edellä kuvattuja alueita päämääränä kehittää kemian opetusta tukeva verkkomateriaali ”kemiaa valokuvauskemian avulla”. Sen avulla opiskelijat saadaan motivoitua kemian opiskeluun ja samalla he tottuvat tietotekniikan käyttöön.			
Avainsanat - Nyckelord valokuvaus, negatiivi, paperivedos, kehite, kiinnite, opiskeluympäristö			
Säilytyspaikka - Förvaringställe			
Muita tietoja			

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	
2.	Valokuvauksen historia	
2.1.	Historiallinen kehitys kohti valokuvaa	5
2.2.	Mustavalkokuvan historiaa	6
2.3	Värivalokuva historiaa ja digitaalinen kuva	7
3.	Filmistä vedokseksi	
3.1.	Mustavalkokuvan syntyminen	9
3.2.	Väridiafilmit ja värinegatiivifilmit	11
3.3.	Värien muodostuminen	11
3.4.	Negatiivin värikehitys ja värivedos	12
3.5.	Vesi filmin ja vedoksen valmistuksessa	15
4.	Mv-valokuvan valokuvauskemiaa	
4.1.	Erilaisia kehitysaineita	17
4.2.	Kehitteen säilytysaine	19
4.3.	Kehitteen pH	20
4.4.	Hidastusaine ja erikoislisäaineet kehiteliuoksessa	21
4.5.	Yleisimmät kehitetyypit ja menetelmät	
4.5.1.	Para-aminofenoli-kehitteet	22
4.5.2.	Metoli-hydrokinoni-kehitteet	23
4.5.3.	Fenidoni-hydrokinoni-kehitteet	24
4.5.4.	Hienorae- ja erikoishienoraekehitteet	24
4.5.5.	Kontrastikehitteet	25
5.	Keskeytyshuuhtelu, kiinnittäminen, heikentäminen ja vahvistaminen	
5.1.	Keskeytyshuuhtelu	27
5.2.	Yleisimmät kiinnitteet	28
5.3.	Heikentäminen	28
5.4.	Vahvistaminen	29
6.	Toonaus	
6.1.	Ruskotoonaus	30

6.2.	Metallisuolatoonaus	31
7.	Aikuiskoulutuksen haasteet	
7.1.	Elinikäinen koulutus	33
7.2.	Tulevaisuuden haasteet koulutuksessa	34
8.	Opetussuunnitelma	
8.1.	Opetussuunnitelman yleiset painotukset	35
8.2.	Opetuksen arviointi	36
8.3.	Kemian opetussuunnitelman malli audiovisuaaliselle linjalle	38
9.	Opiskeluympäristöt	
9.1.	Opiskeluympäristöt aikuiskoulutuksessa	41
9.2.	Verkkopohjainen opiskeluympäristö	42
10.	Opiskeluympäristön kehittäminen	45
11.	Johtopäätökset	46

Lähteet

Liitteenä www-pohjainen opiskeluympäristö

1. JOHDANTO

Valokuva sai alkunsa vasta puolitoista vuosisataa sitten, mutta on sen jälkeen ollut merkittävässä asemassa suomalaisessa kulttuurissa. Ensimmäiset valokuvaajat olivat kemian osaajia ja pystyivät itsenäisesti hallitsemaan koko monimutkaisen kuvaamis- ja kuvanvalmistustapahtuman. 1800- luvun jälkipuoliskolla teollisen vallankumouksen siivittämänä kamerat, valokuvauslevyt ja kuvan valmistukseen liittyvä kemia kehittyivät nopeasti ja myös teollinen valokuvauslevyjen tuotanto sai alkunsa. 1900- luvulla valokuvaus tuli jokamiehen harrastukseksi ja kuvan valmistus jätettiin yhä useammin alan ammattilaisten huoleksi.

Valokuvausalan koulutuksen vaatimukset ovat sitä mukaa kasvaneet, kun kuvan valmistuksessa tekninen vaatimustaso on noussut. Kuvankäsittelyyn liittyvien monien kemiallisten prosessien hallitseminen vaatii alan koulutukselta paljon, koska nykyaikaisen tekniikan lisäksi koulutettavien työntekijöiden on hallittava perinteisetkin menetelmät. Mustavalkovalokuvaus on säilyttänyt asemansa huolimatta värivalokuvauksesta ja viime vuosina esiin nousseesta sähköisestä eli digitaalisesta valokuvasta. Lisäksi vanhojen kuva-aarteiden säilyttäminen edellyttää kuvankäsittelijöiltä kemian hallitsemista. Tämän tutkielman tavoitteena on kehittää keskiasteen ammatilliseen aikuiskoulutukseen verkko-opiskeluympäristö, missä valokuvauskemian avulla opetetaan kemian ja fysiikan kahden opintoviikon kurssiin kuuluvat keskeiset kemian käsitteet. Tutkielmassa on keskitytty mustavalko-valokuvauskemiaan ja vain lyhyesti on esitetty värivalokuvan ja digitaalisen valokuvan pääperiaatteet. Opiskeluympäristö on rakennettu Keskuspuiston Ammattiopiston audiovisuaaliselle linjalle opiston omaan Intranet-ympäristöön. Opisto on erityisammattikoulu, joten tutkielmassa on paneuduttu kemian opetussuunnitelman rakentamiseen lähtökohtana vammaisten ja muuten erityistukea tarvitsevien tarpeet .

Opetuksen tutkimus on ollut voimakasta viime vuosikymmeninä. Opettaja tarvitsee oman alansa lisäksi tietoa opetustavoista, oppimisympäristöistä, oppimisvaikeuksista ja aikuiskoulutuksessa vanhempien ikäpolvien oppimisesta.

Opetussuunnitelman laatimisprosessi jo sinänsä perehdyttää opetettavaan kokonaisuuteen ja on apuna virallisten tavoitteiden jäsentelyssä ja saavuttamisessa. Myös arvioinnin perusteet löytyvät opetussuunnitelmasta. Luvussa viisi on lähestytty näitä asioita muutaman tutkimuksen avulla ja pyritty arvioimaan modernin ja postmodernin yhteiskunnan mukaisia näkemyksiä unohtamatta kriittisiäkään kannanottoja. Nämä edellä mainitut asiat on pyritty ottamaan huomioon opetussuunnitelman laadinnassa ja ovat koottuina yhteen opetussuunnitelmassa luvussa kuusi.

Opiskeluympäristöillä käsitetään yleisesti kaikkia ympäristöjä, jotka ovat muualla kuin luokkahuoneessa ja joissa tapahtuu oppimista eri tavoin. Vanhempien ikäpolvien oppijoilla esiintyy itseluottamuksen puutetta oppimisympäristöissä, kun taas opiskelumotivaatio on hyvä. Vahvuutena aikuisopiskelijoilla on elämän varrella kertynyt osaamispääoma, joka tulisi huomioida opetuksessa. Nykyisin pitäisi aikaisemmin opittua pystyä ”poisoppimaan” ja antaa tilaa uusille asioille ja niiden prosessoinnille. Oppimisprosessin ohjaamisessa opettajan vaikutus on suuri ja siksi opettajan itsekin tulisi oppia uusia työtapoja. Muuttuviin ammatillisiin yhteisöihin vanhemmilla sukupolvilla saattaa olla vaikea sopeutua, koska se edellyttäisi uuden ammatillisen identiteetin luomista. Verkkopohjaiset opiskeluympäristöt jo sinänsä perehdyttävät uudenlaiseen ajattelutapaan ja kommunikointiin muiden opiskelijoiden ja ohjaajien kanssa. Ne mahdollistavat myös tehokkaan etäopiskelun ja niissä voidaan olla esim. sähköpostin välityksellä yhteydessä muihin ympäristön käyttäjiin. Luvussa seitsemän on näitä kysymyksiä pyritty lähestymään eri tutkijoiden näkökulmasta.

Edellä kuvatulta pohjalta on luotu kemian opiskeluympäristö, missä kemian oppimista tuetaan lähinnä mustavalko-valokuvauskemian avulla. Verkkopohjainen opiskeluympäristö Intranetissä laajentaa erityisopiskelijoiden oppimismahdollisuuksia ja tuo myös vaihtelua opiskeluun. Verkkopohjainen opiskeluympäristö esittelee tutkielman tuloksissa ja kokonaisuudessaan se on tutkielman liitteenä.

2. VALOKUVAUKSEN HISTORIAA

2.1. Historiallinen kehitys kohti valokuvaa

Valokuvaa ei keksitty 1800-luvulla sattumalta, vaan sitä edelsivät erilaiset oivallukset valon ominaisuuksista ja keksinnön mahdollistavan kemian kehittyminen lähinnä 1700-luvulla. Jo antiikin aikana Aristoteles kirjoitti valon pimeään tilaan piirtämästä kuvasta, mutta vasta renessanssin vaikutuksesta keskiajalla tämä havainto jalostettiin hyötykäyttöön. Monet taidemaalarit hyödynsivät maisemamaalauksissa pimeää huonetta, jonka etuseinään tehdystä pienestä reiästä kuvautuu takaseinälle ylösalaisin oleva maisema. Aukkoon asetetun kuperan linssin kokoojalinssin avulla kuvan tarkkuutta ja kirkkautta voitiin parantaa huomattavasti. Tällainen siirrettävä pimeä huone, camera obscura eli neulanreikäkamera, toimi varsinaisesti kamerana vasta 1800-luvulla, jolloin siihen kehitettiin ensimmäiset valoherkät materiaalit. (Kirjavainen, 2001)

Saksalainen Schulze huomasi jo vuonna 1725 hopeakloridin tummumisen valon vaikutuksesta, mutta vasta seuraavalla vuosisadalla tällaiset kemiassa tehdyt havainnot hyödynnettiin valokuvauksessa. Vanhimman säilyneen valokuvan on ottanut ranskalainen Niepce, joka käytti valokuvauslevynä asfaltilla siveltyä tinalevyä. Valotusaika oli peräti kahdeksan tuntia tässä heliografiksi nimetyssä kuvassa. Varsinaisesti ensimmäisenä valokuvana pidetään Niepcen yhdessä ranskalaisen Daguerren kanssa vuonna 1839 kehittämää dagerrotyyppiä. (Dölle et al., 1978)

2.2. Mustavalkokuvan historiaa

Niepcen ja Daguerren keksimä dagerrotyyppi oli hopeoidun kuparilevyn pintaan tallennettu kuva. Ensimmäisen suomalaisen valokuvan, dagerrotyypin, otti Cajander 3.11.1842. Ensimmäinen valokuva, näkymä Pariisista, oli esitelty Suomessa jo vuonna 1840. Daguerre sai vähitellen lyhennettyä valotusajan muutamaa kymmeneen minuuttiin. Ranskalainen Bayard pystyi tuottamaan kamerassa suoraan positiivisia paperivedoksia, mutta hänen keksintönsä ei jäänyt elämään. Samoihin aikoihin 1800-luvun puolivälissä englantilainen Talbot kehitti paperinegatiiviin perustuvan kalotyyppin. Bayardin keksintö unohdettiin, mutta Talbot suojaasi keksintönsä patentein ja hänen keksintönsä menestyi. Talbotin menetelmällä oli mahdollista valmistaa yhdestä negatiivista haluttu määrä vedoksia. Suomessa kalotyyppijä on säilynyt v. 1850 lähtien. (Kokkonen et al., 1992)

Ensimmäiset valokuvaajat olivat lähinnä kemiaa opiskelleita kemistejä, proviisoreita, yms., jotka päällystivät yksinkertaiset ohuet lasilevyt valoherkillä hopeayhdisteillä juuri ennen kuvaamista. Kehittäminen oli suoritettava välittömästi kuvanoton jälkeen, muuten valokuvauslevy olisi jatkanut valottumista. Näitä ”märkälevyjä” seurasivat gelatiini + hopeahalogenidi- emulsiot, jotka pystyttiin valmistamaan etukäteen ja siten mahdollistui myös teollinen valokuvauslevyjen tuotanto v. 1876 lähtien ja vähän myöhemmin rullafilmiin tuotanto. (Langford 1998) Suomessa gelatiinilasilevyt otettiin käyttöön v. 1882 ja ne ovat olleet käytössä nykypäiviin saakka (Dölle et al., 1978).

Valotusajat lyhenivät kuivalevyjen ansiosta sekunnin murto-osaan ja siksi käsikäyttöisesti valottaminen ei enää onnistunut. Kameroissa otettiin käyttöön mekaaniset suljinkoneistot ja kuvaaminen tuli mahdolliseksi myös harrastajille. Alussa työskenneltiin luonnonvalolla, mutta 1890-luvulla otettiin käyttöön magnesium valonlähteenä. Suurennustekniikka oli vielä hankalaa, joten negatiivikoot olivat yleensä 18 cm x 24 cm.

Suomessa kuuluisimpia valokuvaajia 1800-1900-lukujen vaihteessa oli I. K. Inha, joka kiersi kuvausmatkoilla kaikki Suomen pitäjät ja erityisen tunnettuja ovat hänen kansallisromanttiset kuvansa Karjalasta. Samoihin aikoihin röntgensäteet avasivat aivan uuden valokuvauksen haaran. Näkymätön tuli näkyväksi ja nopeasti x-säteet ja valokuvaustekniikka yhdistettiin lääketieteen käyttöön. Ensimmäinen röntgenlaite suomalaiseseen sairaalaan (Helsingin yleinen sairaala) tuli jo vuonna 1900.

(Kokkonen et al., 1992)

2.2. Värivalokuvan historiaa ja digitaalinen kuva

Niepcen suunnitteli värikuvien valmistamista jo valokuvan alkuvuosikymmenistä lähtien. Vasta Becquerellin keksittyä väritetyn hopean ja Clerk-Maxwellin additiivisen kolmen värin synteetin värivalokuvien valmistaminen tuli mahdolliseksi. Vuonna 1869 ranskalainen du Haaron kehitti menetelmän, missä kohde kuvattiin kolme kertaa eri väristen suodattimien läpi ja niistä saatiin yhdistämällä yksi kuva. (Dölle et al., 1978)

Lumieren veljekset julkistivat vuonna 1907 hitaan värirasterimenetelmään perustuvat autokromiväridiafilmilevyt. Niissä tarvittiin vain yksi valotus aikaisemman kolmen sijasta. Levyssä oli alimmaisena lasia vasten punaiseksi, vihreäksi ja sinivioletiksi värjättyjä mikroskooppisen pieniä tärkkelyshiukkasia sisältävä värirasterikerros. Sen päällä olevassa lakkakalvossa oli valoherkkä hopeagelatiinikerros. Kinorullafilmiä he virittelivät halkaisemalla ja reunoja reijittämällä elokuvafilmiksi. Samalla oheistuotteena keksittiin kinofilmikameran idea jo vuonna 1913, mutta se saatiin tuotantoon vasta pitkän kehittelyn jälkeen vuonna 1924.

Värinegatiivifilmin toivat markkinoille kuuluisat filminvalmistajat Kodak ja Agfa v. 1935. (Kirjavainen, 2001)

Vasta toisen maailmansodan jälkeen 1940-luvun lopulla värinegatiivit tulivat kauppoihin ja värivalokuvaus yleistyi. Land keksi jo vuonna 1947 Polaroid-prosessin, missä saatiin suoraan väripositiiveja. Menetelmä saatiin kehitettyä valmiiksi kaupalliseen levitykseen vuonna 1963 ja tämä nopea kuvaamismenetelmä saavutti suuren suosion. (Jeffrey, 1981) Ammattikäytössä pikakuva- eli polaroidmateriaalia käytetään mm. passikuvakameroissa ja tieteellisessä ja teollisessa dokumentoinnissa (Kirjavainen, 2001).

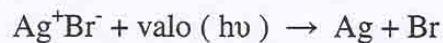
Väripaperikopiot olivat aluksi kalliita, mutta 1950-luvun lopulla värivalokuvauksen yleistyessä niiden hinnat tulivat edullisemmiksi (Dölle, 1978). Valokuvausala vapautui sotavuosien jälkeisestä säännöstelystä 1957 ja valokuvat alkoivat yleistyä myös sanoma- ja aikakauslehtien reportaaseissa ja syntyi dokumentarismiin painottuva valokuvauksen suunta. Lisäksi valokuvan merkitys taiteissa koko ajan kasvoi ja syntyi uusia valokuvauksen alueita, kuten luonnonsuojeluun sidoksissa oleva luontokuvaus. (Kirjavainen, 2001)

Digitaalinen eli sähköinen kuva yleistyi 1990-luvulla ja se lisäsi ainakin määrällisesti valokuvan merkitystä. Ongelmaksi on muodostunut mahdollisuus helposti manipuloida valokuvaa, jolloin kuvan tärkein ominaisuus autenttisuus on menetetty. Kaikki kuvassa näkyvä ei olekaan enää välttämättä totta, joten kuvaan ei voi enää varauksettomasti luottaa. Tekninen kehitys on nopeaa ja ”parhaat tuotteet ja parhaimmat ostokset tehdään aina muutaman kuukauden kuluttua”. (Langford, 1998)

3. FILMISTÄ VEDOKSEKSI

3.1. Mustavalkovalokuvan syntyminen

Seuraavassa on esitetty vaiheittain, miten kuvattavasta kohteesta (1) saadaan ensin valoherkän hopeasuolan AgBr hopeaionin Ag^+ reagoidessa filmillä valoon (hv) ja pelkistyyessä tummiksi Ag- hiukkasiksi (2). Prosessi voidaan kuvata seuraavasti:



Filmissä hopeabromidi reagoi valon eri aallonpituuksille eli väreille. Filmille kohteesta muodostuu latentti kuva, joka saadaan näkyväksi emäksisen kehitteen avulla. Värit musta ja valkoinen ovat negatiivissa päinvastoin kuin alkuperäisessä kuvattavassa kohteessa (= positiivi). Negatiivista tehdään tämän jälkeen paperivedos valokuvauspaperille ja siinä värit ovat taas oikein päin eli se on positiivi (3).



(1) KUVATTAVA

KOHDE =

POSITIIVI

(2) FILMI, JOKA

VEDOSTETAAN =

NEGATIIVI

(3) VEDOS ELI

LOPULLINEN

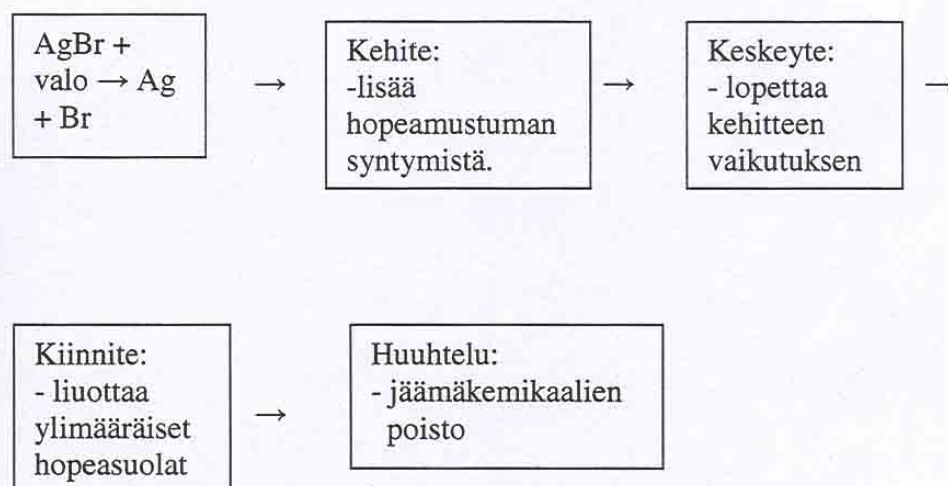
KUVA=

POSITIIVI

Kuva 1. Kaaviokuva mv-kuvan valmistamisesta.

Eli kuvattaessa värit musta ja valkoinen ovat filmillä käänteisiä verrattuna kuvattavaan kohteeseen ja suurennuskoneella filmiltä lopulliseen paperivedokseen siirrettyinä kuvan värit musta ja valkoinen ovat kuten alkuperäisessä kohteessa. (Kirjavainen, 2001)

Kuvattaessa filmi valottuu ja syntyvä latentti kuva vaatii vielä monta eri työvaihetta. Emäksisen kehitteen avulla saadaan kiihdytettyä hopeamustuman syntymistä ja latentti kuva saadaan näkyväksi. Kun kuva on sopivasti kehittynyt, pysäytetään kehitysprosessi happaman kehitteen avulla. Ylimääräinen hajoamatta jäänyt hopeabromidi poistetaan liuottamalla kiinnitteeseen ja lopuksi filmiä vielä huuhdellaan jäämämikemikaalien poistamiseksi. Alla koko prosessin vaiheet:



Kuva 2. Kaaviokuva mv-filmin kehitysprosessin eri vaiheista.

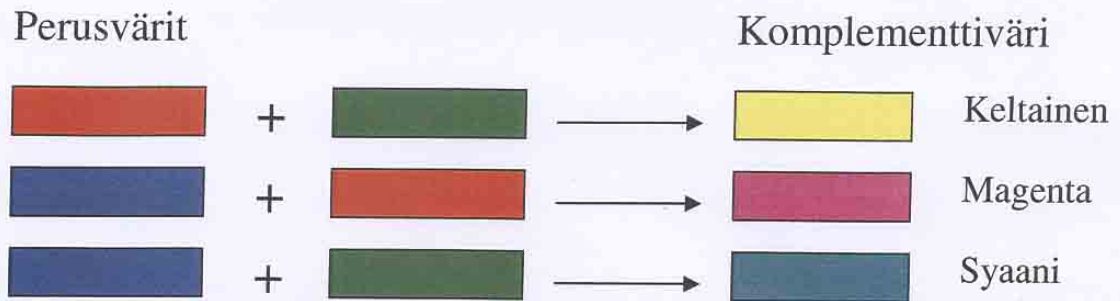
Filmiltä kuva voidaan siirtää mv- valokuvauspaperille suurennuskoneen avulla. Prosessin aikana voidaan käyttää punaista suojavaloa, sillä paperi on herkistetty muille väreille paitsi punaiselle. Paperivedoksen valmistamisessa toistuvat samat työvaiheet kuin yllä on kuvattu filmin kehitysprosessissa. (Hedgecoe, 1977)

3.2. Väridiafilmit ja värinegatiivifilmit

Väridiafilmejä eli värikääntöfilmejä kehitettäessä saadaan suoraan positiivikuva. Kuvia voidaan katsella heijastamalla niitä diaprojektorin avulla. Diafilmin kuvan ja värien laatu on erinomainen, mutta niistä ei yleensä tehdä vedoksia. Värinegatiivifilmin käyttö mahdollistaa kuvasta tehtävien paperivedosten helpomman valmistamisen. Vedostuksessa on vielä mahdollista korjata valotusvirheitä, jyrkkyyttä ja värvirheitä. Filmiä valittaessa filmiherkkyys on tärkeä kriteeri, koska filmiemulsion rakenne ja ominaisuudet vaikuttavat kuvan luonteeseen. Hitaat filmit, kuten Kodachrome 64 ja Fujicrome 50, ovat erittäin erottelukykyisiä ja hienorakeisia, niiden värikylläisyys on hyvä ja kontrastintoisto keskinen. Hyvin herkille filmeille, kuten Fujicrome 1600 ja Kodak Ektar 1000, on ominaista jyrkkyys, keskinen värikylläisyys ja yksityiskohtia verottava rakeisuus. (Hawkins& Avon, 1981)

3.3. Värien muodostuminen

Valkoinen valo muodostuu näkyvän valon koko kirjosta eli spektristä. Sininen, vihreä ja punainen ovat perusvärejä ja niillä tapahtuvaa värien muodostusta kutsutaan additiiviseksi värinmuodostukseksi. Valkoinen syntyy kohtaan, jossa kaikki kolme heijastettua värikimppua kohtaavat. Kun kaksi kolmesta väristä osuu päällekkäin, syntyy uusi väri, ns. komplementtiväri. Seuraavalla sivulla ovat koottuina perusvärit, komplementtivärit ja niistä käytettävät nimitykset. Jos sekoitetaan esim. sininen ja punainen, syntyy purppura väri. Siitä käytetään nimitystä magenta. Kaikkien kolmen komplementtivärisuotimien ollessa päällekkäin syntyy musta väri. Musta väri tosin yleensä tehdään riittävän intensiteetin saavuttamiseksi erillisellä värillä K. Komplementtivärejä käytettäessä puhutaan subtraktiivisesta värinmuodostuksesta ja koko järjestelmästä käytetään lyhennettä SMYK tai CMYK. (Huber, 1988)



Kuva 3. Kahta perusväriä sekoittamalla saadaan komplementtiväri

3.4. Negatiivin värikehitys ja värivedos

Värinegatiivifilmillä ovat kolme väriherkkää emulsiokerrosta päällekkäin. Päällimmäinen kerros on herkkä vain siniselle valolle, toinen kerros on herkkä siniselle ja vihreälle ja kolmas on erittäin herkkä pankromaattinen kerros. Lisäsi voidaan filmille valaa keltasuodatin ensimmäisen ja toisen emulsiokerroksen väliin ja näin estetään sinisen valon pääsy ensimmäiseen kerrokseen. (Huber, 1988)

Värinegatiivifilmien kehityksessä käytetään yleensä kromogeenistä kehitystä, missä väriaineet syntyvät vähitellen kehitysprosessin aikana. (Huber, 1988).

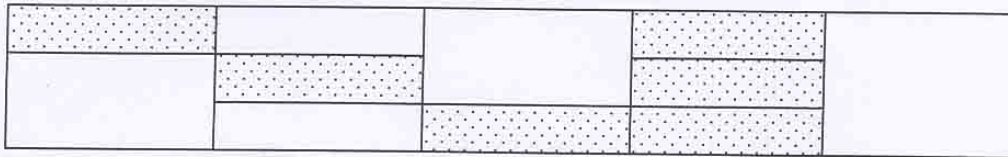
Ensimmäisenä vaiheena on värikehitys. Kaikissa kolmessa kerroksessa valottuneet hopeahalogenidit muuttuvat mustaksi metalliseksi hopeaksi. Kehityksen sivutuotteet reagoivat filmikerroksessa olevien väritekijöiden kanssa muodostaen siniherkkään kerrokseen keltaisen, viherherkkään kerrokseen purppuran eli magentan ja punaherkkään kerrokseen sinivihreän eli syaanin kuvan. Värit eivät ole tässä vaiheessa kuitenkaan näy, koska emulsiossa musta hopeakuva poistetaan valkaisemalla ja kuvan valottamattomat osat kiinnitetään. Lopuksi seuraa huuhtelu ja kuivaus. Negatiivissa värit ovat aiheen vastavärejä, punainen toistuu negatiivissa syaanina, sininen keltaisena ja vihreä magentana. Valkoinen toistuu mustana ja lisäksi kontrastia vähentämässä ja värejä parantamassa negatiivissa on oranssinen

korjausmaski. Se peittää negatiivia kaikkialla muualla paitsi magentan ja syaanin kohdalla. (Langford, 1998)

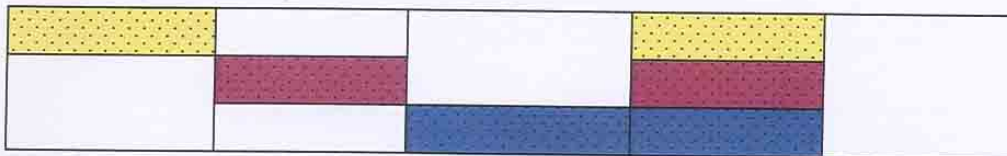
Kuvattava kohde



Filmi valotuksen jälkeen



Filmi kromogeenisen kehityksen jälkeen (Negatiivinen hopea-ja värikuva)



Filmi valkaisun ja kiinnityksen jälkeen



Lopullinen värinegatiivi



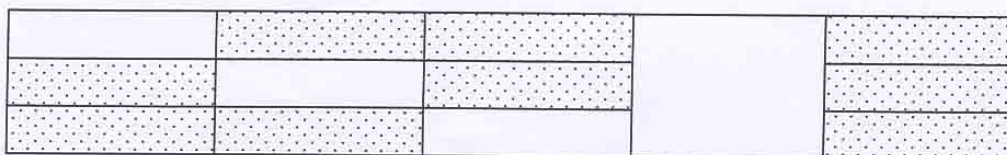
Kuva 4. Negatiivikuvan muodostuminen negatiivifilmille.

Väripaperista puuttuu keltasuodatinkerros. Myös kalvojen järjestys voi negatiiviin verrattuna olla käänteinen. Sinivihreä kuva, joka on visuaalisesti voimakkain, muodostuukin päällimmäiseen kerrokseen ja näin vedos toistuu jonkin verran tavanomaista terävämpänä. (Langford, 1998)

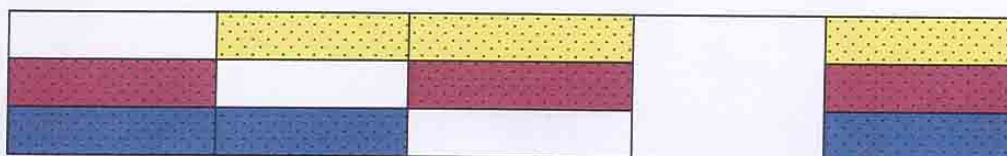
Kehitetty värinegatiivi



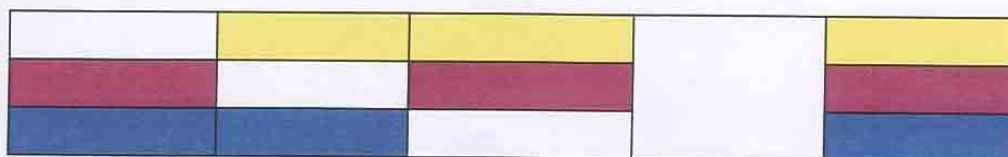
Paperi negatiivin läpivalaisun jälkeen



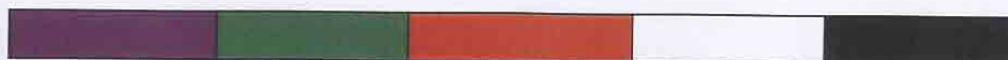
Paperi kromogeenisen kehityksen jälkeen (positiivinen hopeavärikuva)



Paperi valkaisun ja kiinnityksen jälkeen



Lopullinen positiivi



Kuva 5. Paperivedoksen valmistamisen eri vaiheet. Lopullisessa positiivissa ja alkuperäisessä kuvattavassa kohteessa värit ovat yhtenevät.

Väripapereita tulee käsitellä pimeässä tai meripihkan värisessä suojavaalossa. Vedoksen valotus määräytyy koevedoksen, kapea liuska väripaperia, avulla. Siitä voidaan päätellä oikea valotus ja suodatus, jota säädellään suurennuskoneen suodatinpitimeen asetettavalla keltaisesta, syaanista ja magentasta koostuvan ”suodatinpakan” avulla. Suodattimet voidaan asettaa suurennusobjektiivin eteen yksi kerrallaankin väripään puuttuessa ja suorittaa kolme eri valotusta. Väripaperilla ovat samat prosessivaiheet kuin värifilmillä eli värikehitys, valkaisu, kiinnitys, huuhtelu ja stabilointi. Väripaperista puuttuu usein värinegatiiveissa oleva oranssi korjausmaski. (Huber, 1988)

Kuten edellä olevasta värikuvan valmistamisprosessin kuvauksesta huomataan on värivedoksen valmistaminen huomattavasti työläämpää ja vaativampaa kuin mustavalkovedoksen teko. Siksi, jos ei pyri erityisesti johonkin taiteelliseen tarkoitukseen, kätevintä on jättää värivalokuvan valmistamisprosessi alan yrityksen huoleksi ja keskittyä vain kuvaamiseen.

3.5. Vesi filmin ja vedoksen valmistuksessa

Vedellä on suuri rooli valokuvauskemiassa. Vettä käytetään liuottimena kehitteitä ja kiinnitteitä valmistettaessa ja sitä voidaan käyttää myös kehitysprosessin pysäyttämiseen eli keskeyteliuoksena. Veden kovuuden vaikutus kuvan laatuun on myös aina huomioitava valmistettaessa erilaisia liuoksia.

Käsitteellä ”veden kovuus” ilmaistaan karbonaattien, vetykarbonaattien, sulfaattien ja muiden veteen liuenneiden suolojen määrää. Nykyisin kovuudella tarkoitetaan lähinnä kalsium- ja magnesiumsuolojen yhteismäärää. Veden kovuus voidaan ilmaista käyttäen saksalaista, ranskalaista, englantilaista tai amerikkalaista kovuusasteikkoa. Suomessa käytetään saksalaista veden kovuusastetta (°dH). 10 mg CaO:ta litrassa vettä vastaa yhtä saksalaista kovuusastetta 1 °dH. Kovuuden virallisena laatuna tulisi käyttää millimoolia litrassa (mmol/l). 1 °dH vastaa 0,18 mmol/l. (Kleemola & Kleemola, 1991)

Veden Suomessa käytössä oleva saksalainen kovuusasteikko on alla taulukossa.

Taulukko 1. Veden kovuusasteikko

Kuvaus veden kovuudesta	kovuusasteikko °dH	kovuusasteikko mmol/
Hyvin pehmeä	0 - 3	0 – 0,54
Pehmeä	3 - 5	0,54 – 0,90
Keskikova	5 - 10	0,90 – 1,80
Kova	10 - 20	1,80 – 3,60
Erittäin kova	yli 20	yli 3,60

Vettä voidaan pehmentää kemikaaleilla. Pehmentäminen voidaan tehdä esimerkiksi lisäämällä 1 litraa kohti 0,25 g kalialunaa $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \times 12\text{H}_2\text{O}$ ja 1g natriumfosfaattia Na_3PO_4 . Nykyään kuitenkin valokuvaustekniikassa kehitteissä käytetään lisäaineina kompleksisuoloja, jotka estävät veden kovuuden vahingolliset vaikutukset. Tällaisia aineita ovat mm. natriumin eri fosfaatit, kuten heksametafosfaatti $(\text{NaPO}_3)_6$ ja pyrofosfaatti $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \times 10 \text{H}_2\text{O}$. Eniten käytetty valmiste on Calgon pro foto. Sitä tarvitaan 0,3 g/l 1 °dH:n pehmennykseen. Vielä tehokkaampia ovat kaupalliset pehmentimet Trilon BS ja Trilon B. Esimerkiksi 3 °dH:n pehmennykseen tarvitaan 0,2g Trilon B:tä ja vain 0,05g Trilon BS:ää. Vettä voidaan pehmentää myös juoksuttamalla sitä suodattimien läpi, jotka sisältävät edellä mainittuja yhdisteitä. (Glafkides, 1957)

2. MUSTAVALKO-VALOKUVAUSKEMIAA

2.1. Erilaisia kehiteaineita

Suoritettaessa valokuvauskemiassa kemiallinen kehitys kehiteaineen tehtävänä on pelkistää hopeasuolaa metalliseksi hopeaksi eli kuvahopeaksi latentin kuvan mukaisesti. Tämän tehtävän suorittaa kehitteessä kehiteaine. Kehiteaineessa on kehitteen lisäksi mukana vesi liuottimena, säilyvyyttä parantamassa säilytysaine, emäksisyyttä lisääviä aineita, hidastus- ja kirkastusaineita ja erilaisia lisäaineita. Nykyisin käytetään vain orgaanisia kehiteaineita, joita tunnetaan sadoittain, mutta vain muutamaa niistä käytetään yleisesti mustavalkokuvauksessa. Kaikki yleisesti käytetyt aineet ovat bentseenin johdannaisia. (Hicks& Schultz, 1997)

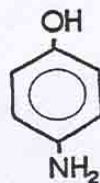
Aromaattisille kehiteaineille voidaan määritellä joitakin yleissääntöjä:

- Kaikissa orgaanisissa aromaattisissa kehiteaineissa täytyy olla kaksi hydroksyyli ryhmää tai kaksi amiiniryhmää tai yksi hydroksyyli- ja yksi amiiniryhmä.
- Funktionaalisten ryhmien pitää olla orto- ja para-asemissa, Jos ryhmät ovat meta-asemassa, kemikaalit eivät kehitä.
- Amiiniryhmän vetyatomi voidaan korvata alkyylillä.
- Bentseenirenkaan muita vetyatomeja ei voida korvata muilla ryhmillä.

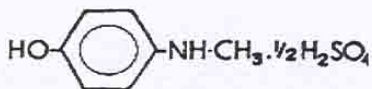
Seuraavassa tärkeimpien kehiteaineiden rakennekaavat ja yksi esimerkki aineesta, joka ei toimi kehitteenä:



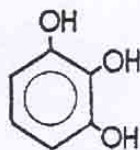
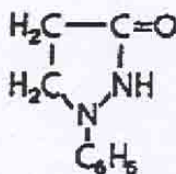
Hydrokinoni eli p-hydroksifenoli



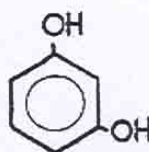
p-aminofenoli



Metoli eli p-metyyliaminofenoli

Pyrogalloli eli 1,2,3-trihydroksi-
bentseeni

Fenidoni eli 1-fenyyli-3-pyratsolidoni



m-dihydroksibentseeni

(ei toimi kehitteenä –meta-asento!)

Heterosyklisistä aineista tärkein on fenidoni, joka kehittää yksinään erittäin heikosti ja pehmeästi, mutta toimii erinomaisesti kaksoiskehitteessä yhdessä hydrokinonin kanssa. Maksimaalinen kehitysnopeus saavutetaan käyttämällä suhdetta 7% fenidonia ja 93% hydrokinonia. (Glafkides, 1958)

Kehiteaineen ja filmin keskinäinen käyttäytymistä on vaikea opettaa, joten tarvitaan suuri määrä kokeiluja ja kokemusta oikean kehitteen valitsemiseksi. Monien muuttujien vaikuttaessa musta-valkokuvaajilla on asiasta useita erilaisia käsityksiä.

(B&W Photo-Lab, 2001)

2.1. Kehitteen säilytysaine

Kehiteaine hapettuu vesiliuoksessa ilman hapen vaikutuksesta hyvin nopeasti ja alkalisessa liuoksessa se vielä nopeutuu. Säilytysaineen mv-kehitteessä käytetään nykyään natriumsulfiittia Na_2SO_3 ja toisinaan kaliumdisulfiittia. Natriumsulfiitin määrä kehitteessä riippuu kehiteaineesta, alkaliteetista ja halutusta kestävydestä. Pyrogallolikehite, NaOH-pitoinen hydrokinoni- ja p-aminofenolikehite vaativat suuren natriumsulfiittipitoisuuden. (Hicks&Schultz, 1997)

Kehitteen laimentaminen vaikuttaa sulfiittimäärään, joten laimennettu kehite hajoaa nopeammin. Tällöin pitäisi sulfiittimäärää lisätä hajoamisprosessin estämiseksi ja samalla huomioida natriumsulfiitin vaikutus kehitykseen. Kehite toimii yleensä hitaammin sulfiittimäärää lisättäessä. Usein näin halutaankin tapahtuvan, jotta saataisiin pehmeitä läpinäkyviä negatiiveja. Natriumsulfiitilla on heikko hopeabromidia liuottava vaikutus. Suuria sulfiittimääriä käytetään hienorakekehitteissä raekasaumien ehkäisemiseksi ja se aiheuttaa myös puolifysikaalista kehitystä. Natriumsulfiittimäärä vaikuttaa myös hopeakuvan väriin. Vähäinen sulfiittimäärä saa aikaan ruskean kehiteaineen hapetustuloksen muodostumisen kuvahopeaan. Positiivikehite, jossa on vähän sulfiittia saa aikaan lämpimämmän kuvasävy. Tätä hapettuneen kehiteaineen muodostamaa kuvaa nimitetään jäännöskuvaksi. Tällä ruskehtavalla kuvahopealla on suurempi peittokyky kuin neutraalinharmaalla kuvahopealla. Natriumsulfiitin tärkeimmät tehtävät kehiteaineessa ovat:

- a) Natriumsulfiitti toimii säilytteenä estämällä kehiteainetta hapettumasta .
- b) Natriumsulfiitti ottaa osaa myös kehitystapahtumaan ja yleensä sulfiittilisä hidastaa kehitystä ja lopputuloksena saadaan pehmeitä läpinäkyviä negatiiveja.
- c) Natriumsulfiitti liuottaa hopeabromidiraetta. Tätä käytetään hyväksi hienorakekehitteissä.
- d) Natriumsulfiittimäärä vaikuttaa muodostuvan ruskean hapetustuloksen määrään. Tätä käytetään hyväksi positiivitekniikassa.

Natriumsulfiitti voidaan korvata kaliumdisulfiitilla $K_2S_2O_5$. (Glafkides, 1958)

Mutta koska tämä on hapan suola, on lisättävä alkalia esimerkiksi seuraavassa suhteessa:

100 g natriumsulfiittia (sicc.) = 80 g kaliumdisulfiittia + 100g potaskaa.

4.3. Kehitteen pH

Useat kehiteaineet ovat happamia suoloja. Kehiteaineeseen on lisättävä emästä, jotta liuos on riittävän alkalinen kehitystapahtumaan. Kehiteaineen dissosioitumisaste kasvaa aina pH:n kasvaessa. Metoli alkaa kehittää jo pH-arvolla 6 ja nopeus lisääntyy voimakkaasti pH:n noustessa. Pyrogalloli alkaa kehittää pH:ssa 8,2 ja pienikin kehitteen lisäys lisää huomattavasti kehitysnopeutta. Para-aminofenoli kehittää jo 8,2:ssa, mutta sen kehityskyky on parhaimmillaan vasta korkeilla pH-arvoilla. Hydrokinoni kehittää vasta pH:ssa 9,4 ja pienikin pH:n lisäys nostaa huomattavasti nopeutta.

Seuraavia aineita käytetään kehitteissä alkaleina: natriumhydroksidi, natriumfosfaatti, kaliumhydroksidi, kaliumkarbonaatti (potaska), natriumkarbonaatti (sooda), natriumtetraboraatti (booraksi), natriummetaboraatti . Voimakkain alkali on natriumhydroksidi ja sitä käytetään kovissa kehitteissä kuten hydrokinoni ja p-aminofenoli. Karbonaateilla saavutetaan korkeintaan pH-arvo 10,5. Korkealaatuisissa kehitteissä käytetään puskuriliuoksia. Esimerkiksi pH:ssa 9,2 käytetään booraksi-metaboraattia, pH:ssa 10,7 natriumfosfaatti-natriumvetyfosfaattia. Puskuroidut kehitteet toimivat laimennettuina ja likaisinakin hyvin vakaasti ja toimivat pitkään stabiilisti. (Glafkides, 1958)

Alkalin tehtävät voidaan esittää seuraavasti:

- a) neutraloida happotähteet,
- b) ionisoida kehiteaine,
- c) antaa sopiva pH-arvo, missä kehiteaine kehittää tehokkaasti.

4.4. Hidastusaine ja erikoislisäaineet kehiteliuoksessa

Kehitteet, joissa on vain kehiteainetta, säilytetä ja alkalia kehittävät myös valottumatonta hopeasuolaa ja muodostavat huntua. Tällainen kehite kehittää liian nopeasti, jolloin latentti kuva ei pysty sitä ohjaamaan. Tämä voidaan estää lisäämällä kaliumbromidia, joka hidastaa sopivasti kehitystä. Kaikki kehiteaineet eivät ole kuitenkaan yhtä herkkiä kaliumbromidille. Esimerkiksi hydrokinoniin vaikuttaa jo pienikin määrä kaliumbromidia, kun taas metoli vaatii suuren määrän KBr:ää saman vaikutuksen aikaansaamiseksi. Kaliumbromidin vaikutus voidaan selittää hopeabromidin adsorptiovaikutuksena. KBr vahvistaa negatiivista latausta rakeen ympärillä, niin että kehitysioni pääsee huonommin kehityssituun. Myös muitakin aineita voidaan käyttää hidasteina kuten esim. alkaliklorideja. Kaliumbromidi on kuitenkin osoittautunut tehokkaimmaksi estämään hunnun muodostusta ja hidastamaan kehitystä. (Hicks&Schultz, 1997)

Lähes kaikissa kehitteissä on nykyään erikoislisäaineita, joista merkittävässä osassa ovat stabilisaattorit. Ne ovat aineita, jotka vaikuttavat jyrkkyyteen, hunnunmuodostukseen, mustuman syvyyteen ja kuvasävyyteen. Hyvin paljon käytettyjä ovat bentsotriatsoli ja nitrobentsimidatsoli. Samalla ne estävät huntua ja antavat sinisen kuvasävyä. (Adams 1981) Kehitystä jouduttavat mm. kaliumnitraatti, kaliumsulfaatti, kaliummoksalaatti, kaliumnitraatti ja natriumasetaatti ja herkkyyttä lisäävät hydratsiini ja hydroksyyliamiini (Glafkides, 1958).

Useimmat kehitereseptit on annettu yhden litran kehitemäärälle eli kehitteen lopputilavuus on yksi litra. Reseptissä mainitut aineet lisätään pienempään vesimäärään ja kaikkien aineiden liuettua vettä lisätään kunnes lopputilavuus on saavutettu. Veden lämpötila ei saa olla yli 40 °C. Jos kehite sisältää metolia, liuotetaan se niukkaliukoisena ensin. Metolin jälkeen liuotetaan säilyte, kalkin poistoaine, hydrokinoni, alkali ja lopuksi kaliumbromidi. Jokaisen aineen tulee aina liueta kokonaan ennen kuin liuotetaan seuraava aine. Fenidoni-hydrokinoni kaksoiskehitteessä liuotetaan hydrokinoni ensin, jottei fenidoni hapetu. Kehite on yleensä parhaimmillaan, kun se on seissyt yhden vuorokauden. (Adams, 1981)

4.5. Yleisimmät kehitetyypit ja menetelmät

4.5.1. Para-aminofenolikehitteet

Tärkeimmät para-aminofenolikehityksen ominaisuudet ovat:

- a) kehittää nopeasti (pikakehite)
- b) voidaan laimentaa vedellä hyvin laajoissa suhteissa
- c) ei ole kovin herkkä kaliumbromidille
- d) kertakehite, sillä kehitysentergia (kehityskyky) vähenee nopeasti.

Ominaisuuksiensa takia para-aminofenolikehite on yleinen yleiskehite. Epäkohtana on nopeasti vähenevä kehitysentergia, mikä johtuu alkalina käytettävästä natriumhydroksidista. NaOH toimii huonosti puskurina eli pH:ta ei pystytä pitämään vakiona. Siksi para-aminofenolia käytetään vain kertakehityksenä filmeille, harvemmin kuitenkin paperille. Para-aminofenolikehityksen resepti (Andresen):

- liuos A:	tislattua vesi	625 ml
	para-aminofenoli	50 g
	kaliumdisulfiitti	150 g

- liuos B:	tislattu vesi	500 ml
	natriumhydroksidi	215 g

Liuosta B sekoitetaan hitaasti sekoittaen liuokseen A, kunnes syntynyt sakka on liennut. Lopuksi lisätään vettä, kunnes liuostilavuus on 1000 ml. Tästä varastoliuoksesta saadaan valmistettua käyttökehite filmistä riippuen esimerkiksi seuraavilla laimennussuhteilla:

- ylivalotetuille filmeille 1:40
- normaalivalotetuille 1:20
- alivalotetuille 1:10
- hienorakekehitykseen 1:60 – 1:100
- terävä kehitys (muotokuva negatiivi) 1:30 – 1:40 .

(Glafkides, 1958)

4.5.2. Metoli - hydrokinoni-kehitteet

P-metyyliaminofenoli – p-hydroksifenoli eli metoli-hydrokinoni on vanhin käytetty kehiteaineyhdistelmä. Sen ominaisuuksia ei voida paljon laimentamalla muuttaa, kuten para-aminofenolikehitteitä, vaan ominaisuuksia säädellään muuttamalla metolin ja hydrokinonin keskinäistä suhdetta M:H. Metoli kehittää pehmeästi, kun taas hydrokinoni kehittää jyrkästi. (Hicks&Schultz, 1997)

Alla esimerkkinä kehite Kodak D-61 a:

- vesi 500 ml
- metoli 3,1 g
- natriumsulfiitti (sicc.) 90 g
- hydrokinoni 5,9 g
- sooda (sicc.) 11,5 g
- kaliumbromidi 1,7 g
- vettä, kunnes lopputilavuus 1000 ml

Toisena esimerkkinä kehite Kodak D19b:

- vesi 500 ml
- metoli 2,2 g
- natriumsulfiitti (sicc.) 72 g
- hydrokinoni 8,8 g
- natriumkarbonaatti (sicc.) 48 g
- kaliumkarbonaatti 4 g
- vettä, kunnes lopputilavuus 1000 ml.

4.5.3. Fenidoni-hydrokinoni-kehitteet

Fenidoni eli 1-fenyyli-3-pyratsolidoni kehiteaineen keksi Kendall Ilfordin tehtailla 1951. Se on valkeaa pulveria, joka liukenee huonosti kylmään veteen ja hyvin lämpimään veteen. Se kehittää yksin huonosti ja ilman kontrastia. Fenidoni aktivoi hydrokinonin huomattavasti paremmin kuin metoli. Fenidonin hapetustulokset hydrokinonin ja sulfiitin läsnäollessa muuttuvat takaisin fenidoniksi, joten fenidoni-hydrokinoni yhdistelmä on riittoisaa. Metoli-hydrokinoni-kehiteresepteissä voidaan metoli korvata fenidonilla ottamalla tätä 1/8 metolin määrästä. Fenidoni ei myöskään ärsytä ihoa kuten metoli. (Adams, 1981)

Tunnettu yleiskehite papereille ja filmeille on Tetenal:

- vettä	750 ml
- natrimsulfiitti (sicc.)	50 g
- hydrokinoni	12 g
- natriumkarbonaatti (sicc.)	60 g
- fenidoni	0,5 g
- kaliumbromidi	2 g
- vettä, kunnes lopputilavuus 1000ml.	

4.5.4. Hienorae- ja erikoishienoraekehitteet

Hienoraekehitteistä tunnetuin on Kodak-76 ja suunnilleen sama resepti on myös Ilfordin ID-11. (B&W Photo, 2001)

Kodak D-76 (ID-11) käyttöliuos:

- vettä	750 ml
- metoli	2 g
- natriumsulfiitti (sicc.)	100 g
- hydrokinoni	5 g
- booraksi	
- vettä, kunnes tilavuus 1000 ml.	

Erikoishienoraakehitteet antavat erittäin hienon rakeen filmiherkkyyden kustannuksella. Tunnetuimmat kaupalliset erikoishienoraakehitteet ovat Microdol-X (Kodak) ja Perceptol (Ilford). Seuraavassa esimerkkinä Lumieren ja Seyewetzin resepti, jossa p- diaminobentseeni eli parafenyylidiamiini toimii kehittäjänä:

- vettä	800 ml
- natriumsulfiitti (sicc.)	60 g
- parafenyylidiamiini	10 g
- natriumfosfaatti	2 g
- kaliumbromidi	1g
- vettä, kunnes tilavuus	1000 ml. (Glafkides, 1958)

4.5.5. Kontrastikehitteet

Kontrastikehittäjien ryhmään kuuluvat röntgenkehittäjät, reprobekehittäjät (negatiivikehitteet) ja dokumenttikehitteet (positiivikehitteet) ja kaksoiskylpykehittäjät. Reprobekehittäjillä ymmärretään negatiivikehitteitä, kun taas dokumenttikehitteet ovat positiivikehitteitä. Käytäntö ei tee mitään jyrkkää eroa näiden välillä. monia jyrkästi toimivia reprobekehittäjiä voidaan käyttää myös positiivikehitteinä. Erona on vain, että reprobekehittäjiä löytyy pehmeästä kovaan ja dokumenttikehitteet ovat aina jyrkästi toimivia positiivikehitteitä. (Hedgecoe, 1977)

Kodak-11 on erittäin jyrkästi toimiva. Sitä suositellaan reprobatrialeille ja diafilmeille. Toimii laimentamattomana erittäin jyrkästi ja laimennettuna 1:1 normaalisti. (Hicks&Schultz, 1997)

Resepti on seuraava:

- vettä	500 ml
- metoli	1 g
- natriumsulfiitti (sicc.)	75 g
- hydrokinoni	45 g
- natriumkarbonaatti	25 g
- kaliumbromidi	5 g
- vettä, kunnes	1000 ml

Metoli:hydrokinonisuhde M:H = 1:9 ja kehitysaika 4 min 20 °C:ssa.

Myös Kodak D8 on paljon käytetty erittäin kova kehite:

- vettä	750 ml
- natriumsulfiittia (sicc.)	90 g
- hydrokinonia	45 g
- natriumhydroksidia	37.5 g
- kaliumbromidia	30 g
- vettä, kunnes	1000 ml

Käyttöliuos 2 osaa kehiteliuosta ja 1 osa vettä, kehitysaika 20 min 20 °C:ssa.

Dokumenttikehiteistä herkkyyttä nostavat kehitteet ovat tärkeitä, koska normaaleilla kehitteillä herkkyyttä voidaan nostaa vain 3-6 °Din pitkälläkin kehitysaajalla. Lisäksi epäkohtina esiintyvät suuri negatiivikotrasti, vähentynyt yksityiskohtien erotus, suuri rakeisuus ja huntu. Tätä voidaan estää sopivalla kehitteen koostumuksella; lisäämällä redusoivia lisäaineita, kuten hydroksyyliamiinia, hydratsiinia ja talliumsuoloja. Näin normaalilla kehitysaajalla saavutetaan 4-5°Din:n lisäys herkkyydessä. (Glafkides, 1958)

Esimerkkinä Kodak SD 19 (Ilford Microphen suurinpiirtein sama) resepti:

- liuos A	0,2 % 6- nitrobentsimidatsoli	20 ml
	hydratsiinikloridi	1,6 g
	vetä, kunnes liuostilavuus	30 ml
- liuos B	metoli	2 g
	natriumsulfiitti (sicc.)	100 ml
	natriumkarbonaatti	50 g
	hydrokinoni	9 g
	kaliumbromidi	5 g
	vetä, kunnes liuostilavuus	1000 ml

Käyttöliuos: A + B, kehitysaika 12 – 20 min.

Kaksikylpykehittettä voidaan käyttää normaalisti tai hiukan alivalottuneille filmeille, joissa kontrasti halutaan saada esille. Ensimmäisessä liuoksessa filmiin imeytetään kehitettä ja toisessa, riittävän emäksisessä liuoksessa, vasta tapahtuu filmin kehitys. (Adams, 1981)

Esimerkkinä kaksikylpykehitteestä on Stauden kehite.

Ensimmäinen liuos :	- metoli	4 g
	- hydrokinoni	10 g
	- kaliumdisulfaatti	30 g
	- kaliumkarbonaatti	1,3 g
	- kaliumbromidi	2 g
	- vettä, kunnes	1000 ml

Toinen liuos:	- kaliumkarbonaatti	100 g
	- natriumsulfiitti (sicc.)	10 g
	- kaliumbromidi	2 g
	- vettä, kunnes	1000 ml

Kehitetään ensimmäisessä liuoksessa 4 min ja ilman huuhtelua toisessa 4 min.

4 KESKEYTYSHUUHTELU, KIINNITTÄMINEN, HEIKENTÄMINEN JA VAHVISTAMINEN

5.1. Keskeytyshuuhtelu

Happaman keskeytyshuuhtelun käyttö kehitystapahtuman keskeyttämiseksi on seuraavista syistä tarpeellista.

- 1) Happo neutraloi alkalien kehitteessä, jolloin ei pääse tapahtumaan jälkikehitystä.
- 2) Ilman keskeytystä pääsee alkalista kehitettä kiinnitteeseen ja tällöin kiinnitteen happamuus koko ajan laskisi.
- 3) Keltahunnun ja läikkien muodostuminen, jos kuva kehittyisi vielä kiinnitteessä. (Adams, 1981)

Filmien kehityksessä käytetään vain lyhyttä välihuuhtelua.

Keskeytyshuuhteluun voidaan käyttää 2 % etikkahappoliuosta (pH noin 2,6) tai 5 % kaliumdisulfiitiliuosta (pH noin 4,1). (Hicks&Schultz, 1997)

5.2. Yleisimmät kiinnitteet

Jäljelle jääneen redusoitumattoman hopeasuolan poistoon käytetään natrium- ja ammoniumtiosulfaattiliuosta. Tällöin filmi tai kuva tulee valonkestäväksi, koska siinä ei enää ole valoherkkää hopeasuolaa jäljellä. Prosessissa syntyy hopeasuoloista vesiliukoisia hopeatiosulfaattikompleksisuoloja. Prosessi tapahtuu useassa vaiheessa siten, että ensin muodostuu vaikealiukoisia suoloja ja vasta loppuvaiheessa helppoliukoisia kompleksisuoloja. Vaikealiukoiset suolat eivät ehdi poistua, jos kiinnitysaika jää liian lyhyeksi. Yleisimmät kiinnitteet ovat ” valokuvaajan hypo” eli natriumtiosulfaatti ja ammoniumtiosulfaatti. Lämmin vesi nopeuttaa kiinnittymistä, mutta kuuma vesi alkaa hajottaa suolaa. Kiinnite kiinnittää 20 °C:ssa kaksi kertaa niin nopeasti kuin 10 °C:ssa. (Adams, 1981)

Esimerkkinä on Kodakin F-5 kiinnite:

- vettä	600 ml
- natriumtiosulfaatti(hypo)	240 g
- natriumsulfiitti (sicc.)	15 g
- etikkahappo (28 %)	48 ml
- boorihappo (kit,)	7,5 g
- kalialuna	15 g
- vettä, kunnes tilavuus	1000 ml.

5.3. Heikentäminen

Heikentäminen on kuvahopean poistamista negatiivista. Se voi olla liian tiheä ja sävytön (ylivalotettu), liian kova (ylikehitetty) tai huntuinen. Heikenne hapettaa osan

negatiivin kuvahopeasta liukoiseksi hopeasuolaksi, joka liuutessaan saa aikaan toivotun tuloksen. Seuraavassa on Farmerin heikenteen resepti:

Liuos A:

- vettä	1000 ml
- kaliumferrisyaniidi	7,5g

Liuos B

- vettä	1000 ml
- natriumtiosulfaatti	200 g

Ensin käsitellään negatiiveja jatkuvasti liikuttaen liuksessa A riippuen halutusta heikennysasteesta 1- 4 min, ja sen jälkeen 5 min liuksessa B ja lopuksi 15 - 20 min pesu. Näin saadaan jokseenkin tasainen heikentyminen ylikehitetyille negatiiveille.

Toinen yleinen heikenne on kaliumpermanganaattiheikenne:

- kaliumpermanganaatti	1 g
- rikkihappo kons.	5 ml
- vettä, kunnes	1000 ml

Käyttöliuoksessa 1 osa heikennettä ja 10 osaa vettä. Käsittelyaika käyttöliuoksella 2 - 5 min. Tapahtumaa kuvaa seuraava yhtälö (Glafkides,1958):



5.4. Vahvistaminen

Vahvistaminen on kuvahopean lisäämistä liian heikkoihin negatiiveihin. Sopivia ovat alikehitetyt, mutta oikein valotetut negatiivit. Vahvistaminen lisää kontrastia. Elohopeavahvisteet ovat hyvin suosittuja. Niitä on yhdellä liuoksella toimivia ja kahdella liuoksella toimivia, joista ensimmäinen valkaisee negatiivia ja toisella negatiivi jälleen tummuu. Seuraavassa on Agfa 603:n resepti:

- 2 % elohopeakloridiliuos	100 ml
- 10 %kaliumjodidiliuos	25 ml
- 10 % natriumtiosulfaattiliuos	40
- vettä, kunnes tilavuus	500 ml

Vahvistamiseen voi käyttää myös esim. ruskotoonausta. (Glafkides, 1958)

6. TOONAUS

Toonauksen avulla mustavalkovedokseen saadaan joko haluttu värisävy tai sitten sillä pyritään parantamaan paperivedosten säilymistä.

6.1. Ruskotoonaus

Ruskotoonausta voidaan tehdä yksi- ja kaksikylpymenetelmällä. Yksikylpymenetelmässä muutetaan kuvahopea ruskeaksi hopeasulfidiksi. Toisistaan erotetaan suora toonaus ilman valkaisua ja epäsuora toonaus valkaisun kanssa. Suorasta ruskotoonauksesta on esimerkkinä natriumsulfidi- seleeni- toonaus (Ilford IT)

- vettä (50 °C)	500 ml
- natriumsulfidi (kit.)	100 g
- seleeni (punaista pulveria)	7 g
- vettä, kunnes	1000 ml

(Schultz, 1997)

Kaksikylpymenetelmässä muutetaan ensin kuvahopea takaisin hopeahalogenidiksi valkaisukylvyssä ja hopeahalogenidi toonauskylvyssä hopeasulfidiksi. Valkaisun ja toonauksen välillä on aina tehtävä huuhtelu. Seuraavassa kuvataan kylvyissä tapahtuvia kemiallisia reaktioita (Glafkides, 1958).

Ensin suoritetaan valkaisu :



Toisessa vaiheessa natriumsulfidin reagoi hopeabromidin kanssa ja reaktiossa muodostuu ruskeaa hopeasulfidia:

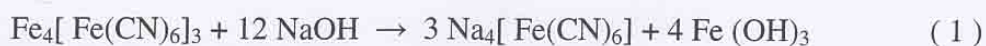




Kuva 6. Ruskotoonaus lisää kuvan arvokkuutta ja kestävyyttä.

6.2. Metallisuolatoonaus

Paperien kuvahopea voidaan muuttaa kuten rusko- ja sinitoonauksessa muidenkin metallien suoloiksi. Kompleksisuolassa metallina voivat olla: vanadiini, rauta, kupari ja uraani. Niiden reaktioissa muodostuu sinistä rautaferrosyanidia, vihreää vanadiiniferrosyanidia, punaista kupariferrosyanidia tai punaruskeaa uraaniferrosyanidia. Värillisen metallisuolan muodostuminen on riippuvainen pH-arvosta. Alkali lopettaa toonausprosessin muodostamalla hydroksidia ja liukenevaa alkaliferrosyanidia. Esimerkkinä ferriferrosyanidin (berliinin sininen) hajoaminen NaOH:n vaikutuksesta:



Kuten rikkitoonauksessakin, voidaan tässäkin toonaus suorittaa joko yhdessä liuoksessa tai ensi valkaista ja sitten toisessa liuoksessa toonata. (Galfkides, 1958)

Rautasinitoonaus Agfa 536:

Liuos A:	- vettä	330 ml
	- kaliumferrisyaniidiliuos 10%	50 ml
	- natriumammoniumfosfaatti 10%	120 ml
Liuos B:	- kalialunaliuos 10%	100 ml
	- rauta-alunaliuos 10%	60 ml
	- natriumvetysulfaattiliuos 10%	240 ml.



Kuva 7. Metallisuolatoonauksessa saadaan kuvaan kyseiselle metallisuolalle tyypillinen väri. Kuvassa sinitoonattu maisemavedos.

7. AIKUISKOULUTUKSEN HAASTEET

7.1. Elinikäinen koulutus

Koulutus on viime vuosina muuttunut elinikäiseksi. Väestörakenne on muuttumassa radikaalisti ja myös teknologian nopea kehitys vaatii opittujen taitojen päivitystä ja kokonaan uusien asioiden omaksumista. Sallilan mukaan vanhemmille ikäpolville on turvattava yhdenvertaiset mahdollisuudet koulutukseen verrattuna nuorempaan väestöön. Näin koulutusta on Suomessa pyritty suuntaamaan 1990-luvun alusta lähtien. Hänen mukaansa kiinnostuksen takana on pääosin sekä työelämän ja talouden tarpeet. Tätä valtavaa projektia ovat toteuttamassa viranomaisten ohella työnantaja- ja työntekijäjärjestöt. Sallilan mukaan koulutuksen lisäksi olisi huolehdittava koko työyhteisön kehittämisestä, jolloin vanhempien työntekijöiden laaja kokemustausta saataisiin hyödynnettyä ja näin aivopääoman rinnalle nostettaisiin ”kokemus ja hiljainen pääoma”. (Sallila, 1999)

Väestön ikärakenteen muutos Suomessa ja koko läntisessä Euroopassa asettaa koulutukselle aivan uusia haasteita. Ilmarisen mukaan Eurooppa on muuttumassa talousmahdeista vanhimmaksi ja v. 2015 suurin ikäryhmä ovat 45-54-vuotiaat, kun vuonna 1995 suurin ikäryhmä oli 25 - 34-vuotiaat. Suurien ja pienien ikäluokkien vaihtelu on Suomessa ollut poikkeuksellisen voimakasta verrattuna muihin maihin ja se tuo omat hankaluutensa ongelman ratkaisuun. Suomessa vaikein tilanne väestörakenteessa ajoittuu vuosien 2000 - 2025 välille. Nykyiset eläkkeelle siirtyvät ikäluokat kärsivät matalasta koulutuksesta, mutta tulevaisuudessa asian pitäisi vähitellen korjaantua. (Ilmarinen, 2000)

Työvoiman tarvetta eri aloille pyritään ennakoimaan, jotta koulutusta pystyttäisiin suuntaamaan oikein. Aution et al. ovat arvioineet työvoiman tarvetta graafisella alalla vuoteen 2010 saakka. Laman aikana työvoima väheni noin 4% vuosittain, mutta on pysynyt vuodesta 1995 lähtien luvussa 1700, mikä on 0,9 % koko työvoimasta. Osuuden ennustetaan pienevän 0,8 %:iin vuoteen 2010 mennessä. Valokuvaamotyöntekijöiden osuus koko graafisesta alasta on 5,6 % eli 950 työntekijää.

Osuuden ennustetaan pysyvän samalla tasolla. Aikavälillä 1995-2010 poistuma alalta on noin 7000 työntekijää eli 41 % työvoimasta. Alalle on koulutettava noin 6900 uutta työntekijää, mistä valokuvaamolaboranttien määrä on edellä mainittu 5,6 %. (Autio et al., 1999)

7.2. Tulevaisuuden haasteet koulutuksessa

Monenlaisia näkemyksiä nykypäivän ja tulevaisuuden yhteiskunnasta on esitetty . Antikaisen mukaan yhteiskunnan kaikenlainen epävarmuus on lisääntynyt, kulttuurin raja-aidat ovat kaatumassa ja samoin ovat häviämässä valistuksen ”suuret kertomukset” ja tieto on riippumatta sen oikeellisuudesta muuttumassa kauppatavaraksi. Teknologiassa tärkeintä on tehokkuus, totuus ei siinä vauhdissa ole niin tärkeää. (Antikainen et al., 2000)

Juuti huomauttaa, että postmodernit ajattelijat mursivat suuret kertomukset ja niinpä on vain pieniä kertomuksia. Modernin yhteiskunnan rationaalisuus, normalisoiva yhdenmukaisuus ja tieteen suuret kertomukset ovat murtumassa postmodernin ajattelun vaikutuksesta. Hänen mukaansa myös byrokraattiset organisaatiomallit ovat tiensä päässä ja tällä hetkellä on useita erilaisia näkemyksiä organisaatioista ja niiden toiminnasta Näin pitää ollakin postmodernissa ympäristössä. Oppivat organisaatiot, ydinosaaminen, yrittäjäys ja inhimillisten taitojen ja valmiuksien kehittäminen kuuluvat suurempaan kokonaisuuteen ”osaamisen johtaminen”. Juuti yrittää aukoa edellä mainittuja käsitteitä vertaamalla niitä modernin organisaation hierarkkisiin ja sääntöjen määäämiin rakenteisiin. Hänen mielestään oppivassa organisaatiossa säilyy lineaarinen ajattelu ja uutta on tekstuaalinen näkökulma, mikä mahdollistaa tekstin tulkitsemisen monilla eri tavoilla. Juutin mukaan uusimmat aivotutkimukset osoittavat ihmisen aivokapasiteetin niin suureksi, ettei voida puhua ihmisen kyvyttömyydestä oppia ja käsitellä tietoa eli oppimisvaikeuksista. Kasvattaja on tämän käsityksen mukaan etsijä, joka ottaa oppilaansa mukaan etsimään yhteyksiä eri tekstien ja omien ”kudelmiensa” välille. (Juuti, 2000)

Hongan ja Ruohotien mukaan kyvyillä saattaa olla suurempi merkitys korkeita tavoitteita asettaville kuin matalia tavoitteita asettaville yksilöille. Huippusuoritukset vaativat haastavia tavoitteita ja sitoutuneisuutta. Myös edistymisestä saatava palaute auttaa tavoitteiden saavuttamisessa. Lisäksi he painottavat erikseen motivaatioon kuuluvien ” tarkkaavaisuuden suuntaamisen, ponnistelun ja sinnikkyuden ” ja itseensä uskomisen merkitystä suorituksessa. (Honka & Ruohotie, 2000)

8. OPETUSSUUNNITELMA

8.1. Opetussuunnitelman yleiset painotukset

Ammatillisen aikuiskoulutuksen tulisi tukea yksilön elämää ja auttaa persoonallisuuden kehittymistä laaja-alaisesti. Tavoitteena tulee olla seuraavien valmiuksien kehittyminen: ” oppimistaidot, ongelmanratkaisutaidot, vuorovaikutus- ja viestintätaidot, yhteistyötaidot sekä eettiset ja esteettiset taidot”. Hätösen mukaan koulutukselle asetettuihin tehtäviin vaikuttavat mm. työelämän ja yhteiskunnan näkemykset, Suomen kansalliset ja EU:ssa tehtävät koulutusta koskevat päätökset. Nämä tulee myös huomioida laadittaessa opetussuunnitelmia kolmevuotisille ammatillisille perustutkinnoille. Hän lisää kestävä kehityksen edistämisen yhdeksi koulutuksen tärkeäksi tehtäväksi samoin kuin teknologian ja tietotekniikan hyödyntämisen, jotka liittyvät myös matematiikan ja luonnontieteiden hallintaan tietoyhteiskunnassa. Työsuojelusta ja terveydestä huolehtiminen näkyy Hätösen mielestä myös fyysisen ympäristön suunnittelussa. (Hätönen, 2001)

Eri syistä erityistukea tarvitsevien opetus annetaan erityisopetuksena. Koulutuksen järjestäjien tulee selvittää yhdessä asiantuntijoiden kanssa jokaiselle opiskelijalle henkilökohtaisesti erikseen, miten opetus erityisopetuksessa järjestetään. Siitä on laadittava henkilökohtainen opetuksen järjestämistä koskeva suunnitelma eli HOJKS. Moniammatillisen ryhmän tulisi osallistua suunnitelman laadintaan.

HOJK:ssa tulisi paneutua tarkoitusta varten kootun moniammatillisen ryhmän avulla opiskelijaa tukevan oppimisprosessin ja oppimisympäristön luomiseen. Kun opetusta annetaan erityisopetuksena, on HOJKS-suunnitelma pakollinen. HOJKS:iin tulee sisältyä myöskin henkilökohtainen opetussuunnitelma eli HOPS, missä näkyvät opiskelun tavoitteet ja keinot tavoitteisiin pääsemiseksi. Jos opiskelija vammaisuudestaan huolimatta kykenee suoriutumaan opinnoistaan normaalisti, ei hänelle tarvitse laatia HOJKS:ia. (Miettinen, 2003)

8.2. Opetuksen arviointi

Opiskelun arvioinnin on tuettava oppimista ja siksi sitä suoritetaan koko opintojen ajan. Arvioinnin avulla voidaan kehittää opettamista ja oppimista. Myös arviointia tulee aina välillä tarkastella kriittisesti ja opettaja voi tarkastelun perusteella arvioida laadullisesti myös omaa opettamistaan. Diagnostisella tarkastelulla saadaan selville oppijan lähtötaso ja mahdolliset oppimista haittaavat tekijät kuten erilaiset oppimisvaikeudet. Normatiivista arviointia suoritetaan opintojen aikana ja niiden lopuksi vielä summatiivinen arviointi. Matemaattisissa aineissa tavoitteet voidaan määrittää tarkasti ja myös opetussuunnitelmaan merkittyjen tavoitteiden saavuttamista testein seurata, joten absoluuttinen arviointi on käyttökelpoinen. Tässä yhteydessä puhutaan myös tavoitearvioinnista. Lopullisena tavoitteena tulisi olla oppilaan omien itsearviointitaitojen kehittyminen, jolloin hän pystyisi suunnittelemaan ja arvioimaan omaa oppimistaan. Arvioinnin on huomattu myös lisäävän opiskelumotivaatiota. (Koppinen et al., 1994). Motivoivassa arvioinnissa oppimisen tiellä olevat esteet pyritään poistamaan ja auttamaan erilaisten oppimista haittaavien puutteiden tunnistamisessa (Hongisto, 2000).

Valtasen mukaan arvioinnin tukena voidaan oppilaan kanssa käydä kehityskeskusteluja. Tärkeää on, että näitä keskusteluja käydään ” luottamuksellisessa hengessä ja totuudellisuus on aina säilytettävä ”. Opettajan on aina myös huomioitava koko työyhteisö, koulun yhteiset arvot ja lojaalisuus muita opettajia kohtaan. (Valtanen, 2000)

Opetussuunnitelman perusteiden mukaisten tavoitteiden saavuttamista arvioidaan eri aineissa asteikolla Kiitettävä K 5, Hyvä H 4 tai H 3 ja Tyydyttävä T 2 tai T 1. Mukautetuin tavoittein suoritettut kokonaisuudet tulee myös arvioida samalla asteikolla, mutta niistä on todistukseen hyvä merkitä viite: ”Opinnot on suoritettu mukautetuin tavoittein ammatillisesta koulutuksesta annetun lain 630/98 § 20 mukaisesti”. (Miettinen, 2003)

Hätösen mukaan arvioinnissa ”tyydyttävä vastaa noviisin tasoa, hyvä taso edistynyttä aloittelijaa ja kiitettävä osaaminen vastaa pätevän työntekijän taitoja”. Jos opiskelija kykenee saavuttamaan vähintään opetussuunnitelmassa määritellyn T 1:n tason, saa hän tutkintotodistukseen arvosanan ja muussa tapauksessa hän suorittaa oppiaineen mukautettujen tavoitteiden mukaisesti. Hätönen painottaa kuten Miettinenkin edellä, että ennen mukautettuihin tavoitteisiin turvautumista on tarkoin tutkittava opiskelijan mahdollisuus suorittaa opintokokonaisuus erityisopetuksen opiskelijalle antaman tuen avulla. (Hätönen, 2001)

Muulla suoritettujen, kuten lukiossa, opintokokonaisuuksien muuntaminen ammatillisen oppilaitoksen arvosana-asteikolle (1-5) voidaan tehdä seuraavasti:

Lukion arvosana-asteikko (5-10)		Ammatillisen oppilaitoksen arvosana-asteikko (1-5)		Asteikko (1-3)
erinomainen	10	kiitettävä	5	3
kiitettävä	9	kiitettävä	5	3
hyvä	8	hyvä	4	2
tyydyttävä	7	hyvä	3	2
kohtalainen	6	tyydyttävä	2	1
välttävä	5	tyydyttävää	2	1

Ammatillisiin oppilaitoksiin vuonna 2007 tulevat näytöt arvioidaan samoin periaattein kuin muutkin opinnot. Arvioinneilla näytöissä on samat tehtävät kuin muillakin arvioinneilla opintojen aikana. (Laurila, 2003)

8.3. Kemian opetussuunnitelman malli audiovisuaaliselle linjalle

Seuraavassa taulukossa on koottuina kemian tavoitteet ja keskeiset sisällöt, oppimateriaalit, oppimismenetelmät ja arvioinnin kohteet audiovisuaalisella opintolinjalla. Kemia kuuluu fysiikan ja kemian kahden opintoviikon opintokokonaisuuteen ja mallissa ei ole mukana fysiikan osuus. Tavoitteissa ja keskeisissä sisällöissä alleviivattuina näkyvät kemian eri osa-alueet on otettu toisen asteen oppikirjasta ”7 askelta fysiikkaan ja kemiaan” ja peruskoulun kirjasta ”Aine ja energia”.

Taulukko 2. Kemian opetussuunnitelman malli audiovisuaaliselle linjalle.

Kemian opetussuunnitelma audiovisuaaliselle linjalle	
Tavoitteet ja keskeiset sisällöt	Kemian arviointi
	Opiskelijan tulee ymmärtää kemian keskeiset käsitteet ja kyetä soveltamaan niitä oman alansa työtehtävissä. Hänen on tunnettava alkuaineiden, suolojen, happojen, emästen ja orgaanisten yhdisteiden kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia sekä hapettumis- ja pelkistymisreaktioita. Hän noudattaa eri alan aineiden käsittelyssä työturvallisuusohjeita, hävittämisessä viranomaisten antamia ohjeita ja tuntee aineiden viralliset turvamerkinnot. Keskeinen sisältö on työssä tarvittavan kemian osaaminen sekä työvälineiden ja eri aineiden asianmukainen käyttö, säilytys ja hävittäminen. Opiskelija ottaa huomioon erilaisten kemian ilmiöiden vaikutukset luontoon ja toimii luontoa ja energiaa säästäen. Hänen on tunnettava jonkun oman alansa aineen elinkaari energianmuutoksineen. Keskeinen sisältö on elinkaariajattelu ja siihen liittyvä energiatalous.

Taulukko 2. jatkuu.

Tavoitteet ja keskeiset sisällöt	Opiskelijan on osattava tehdä havaintoja ja mittauksia keskeisistä kemian ilmiöistä sekä osattava arvioida kriittisesti ja dokumentoida saatuja tuloksia. Myös on osattava hakea kemiaan liittyvää tietoa monipuolisesti. Keskeinen sisältö on kokeellinen työskentely ja tulosten kriittinen tarkastelu.
Oppimateriaalit	Oppikirja: 7 askelta fysiikkaan ja kemiaan (WSOY) tai vastaava Muu materiaali: Valokuvausalan julkaisut, lehtiartikkelit, opetusvideot, Internet
Oppimis-menetelmät	Oppituntityöskentely ja itsenäinen työskentely Vierailut museoihin, yrityksiin yms. Esitysten (esim. PowerPoint) pitäminen Oppimisympäristö Intranet- Kemiaa valokuvauskemian avulla
Arvioinnin kohteet	1. Kaikille yhteinen ydinosaaminen - oppimistaidot - vuorovaikutus- ja viestintätaidot - yhteistyötaidot 2. Näyttö 3. Oppimistehtävien ja tuotosten arviointi 4. Osakokonaisuuksien ja aktiivisuuden arviointi
Arviointitapa	Opettajan arviointi Arviointikeskustelu/kehityskeskustelu Koe/näyttö Itsearviointi Suoritetut tehtävät

Taulukko.2. jatkuu.

OSAAMISEN TASOT:	
Kiitettävä K 5	Opiskelija saavuttaa oppilaitoskohtaisen opetussuunnitelman tavoitteet (alla tiivistettynä): - osaa kemian keskeiset käsitteet - pystyy tuottamaan laadukkaita tuloksia eri tilanteissa - työskentelee turvallisesti ympäristöä säästäen - osaa raportoida työn tulokset selkeästi oikeita käsitteitä käyttäen ja työskentelee itsenäisesti
Hyvä H 4	Opiskelija saavuttaa pääosin opetussuunnitelman tavoitteet: - osaa pääosin kemian keskeiset käsitteet - pystyy tuottamaan hyviä tuloksia - työskentelee turvallisesti ympäristöä säästäen - osaa raportoida työn tulokset - suoriutuu tehtävistä pääosin itsenäisesti
Hyvä H 3	Opiskelija: - tunnistaa kemian keskeiset ilmiöt ja lainalaisuudet - pystyy käyttämään tietoja ja taitoja uusissa tilanteissa - valitsee useimmiten sopivat työmenetelmät - suoriutuu osasta tehtäviä itsenäisesti - työskentelee turvallisesti
Tyydyttävä T 2	Opiskelija: - tunnistaa tavallisimpia kemian ilmiöitä ja käsitteitä - työskentelee turvallisesti ja osaa hävittää jätteet oikein - työskentelee annettujen ohjeiden mukaan - kirjaa mittaustulokset oikein - suoriutuu joistakin tehtävistä itsenäisesti - osaa pyytää tarvittaessa neuvoa
Tyydyttävä T 1	Opiskelija: - tunnistaa joitakin kemian ilmiöitä ja käsitteitä - osaa työskennellä aiheuttamatta itselleen ja muille vaaraa - käyttää työssään tarvitsemia erilaisia kemikaaleja oikein - hävittää jätteet oikein

9. OPISKELUYMPÄRISTÖT

9.1. Opiskelu ympäristöt aikuiskoulutuksessa

Oppimista voi luokkahuoneen lisäksi tapahtua muuallakin eri tavoin. Mannisen mukaan opiskelu ympäristöillä tarkoitetaan opettajajohtoisesta luento-opetuksesta poikkeavia opetustapoja. Monia vaihtoehtopedagogisten mallien mukaisia koulutustapoja on perinteisesti kutsuttu opiskelu ympäristöiksi. Hänen mukaansa ammatillisessa koulutuksessa opiskelu ympäristön käsitteellä tarkoitetaan mm. itseohjautuvaa opiskelua, jossa tukiverkkoon kuuluu esim. koko opiskelu ympäristön organisoinut opettaja. Opiskelu ympäristö voidaan käsittää oppimista tukevaksi oppimiskäytännöksi, eikä pelkästään fyysiseksi ja tekniseksi ympäristöksi. Toisin sanoen opiskelu ympäristössä opiskelija voi oppia ymmärtämään uusia asioita ja ratkaista erilaisia ongelmia. Manninen esittää, että opiskelu ympäristöä ei tee pelkkä tekniikka, vaan vasta didaktinen lähestymistapa asiaan. Opiskelu voidaan opiskelu ympäristön avulla siirtää pois luokkahuoneesta todellisiin ympäristöihin. Samalla opettajasta tulee oppimista tukeva ohjaaja. Tällaiset kontekstuaaliset opiskelu ympäristöt ovat oppiainekeskeisyyden sijaan ongelmakeskeisiä ja niissä oppiminen voidaan osoittaa erilaisten tehtävien hallintana. (Manninen, 2000)

Hätönen puolestaan toteaa, että opettaja oppimisprosessin ohjaajana voi parantaa ” opiskelijan itsenäistä työskentelyä ja edistää siten opiskelijan kasvua ja vastuullisuuden kehittymistä ”. Hänen mukaansa ohjaaminen edellyttää opettajalta uusien työtapojen omaksumista ja oppilaitoksien tulee muuttua avoimiksi ja verkostoituneiksi oppimiskeskuksiksi. (Hätönen, 2001)

Oppimisesta on aivan viime vuosina Suomessa tullut elinikäistä ja suurimmaksi ongelmaksi saattaakin nousta vanhempien ikäluokkien tehokas uudelleen koulutus nopeasti muuttuvaa työelämää varten. Lahn pohtii kirjoituksessaan, että on vain vähän kokeellista aineistoa ihmisten oppimisesta myöhemmässä uravaiheessa.

Yhtenä vaihtoehtona on itse suunniteltu projekti ammatilliselle ja henkilökohtaiselle kehitykselle. Hänen mielestään muuttuviin ammatillisiin yhteisöihin uuden identiteetin luominen saattaa käydä raskaaksi ja johtaa alentuneisiin henkilökohtaisiin tavoitteisiin ja luopumiseen uuden oppimisesta. Lahnin mukaan alan kirjallisuudesta käy ilmi, että vanhemmat ihmiset ” ovat varovaisempia, reflektoivimpia ja defensiivisempiä kohdatessaan uusia tehtäviä ”. Hän lisää, että uusi tekniikka asettaa oppimiskyvyt puntariin ja sen mukaisesti yli 50-vuotiaat työntekijät saattavat arvioida omaa oppimistaan, kun juuri vaikeaksi koetusta tietotekniikasta on kysymys valtaosassa lisä- ja uudelleen koulutusta. Eli tieto- ja kommunikaatiotekniikka on joko yhdistävä tai erottava tekijä riippuen sen hallinnasta. Lahnin mukaan aikuisopiskelijat ovat motivoituneita, mutta itseluottamuksen puutetta esiintyy itse oppimisympäristössä. (Lahn, 2000)

Rauste-von Wrightin ja Wrightin mukaan ihminen voi mekaanisesti toistaa oppimiaan strategioita uusiinkin tilanteisiin, joihin ne eivät sovellu ja jatko- ja uudelleen koulutuksen tulisi kyetä purkamaan aiemmissa koulutuksissa ja työelämässä automatisoituneita toimintamalleja ennen uusien opettamista eli koko koulutusjärjestelmänkin tulisi jatkuvasti uusiintua. Heidän mukaansa konstruktivistisen oppimiskäsityksen hyödyntäminen vaatii opettajalta syvää näkemystä asioista ja myös luovuutta, koska yleispätevien ohjeiden antaminen ei asian luonteesta johtuen ole mahdollista. (Rauste-von Wright & Wright, 2000)

Kolin ja Silanderin mielestä opetus ei aina kuitenkaan takaa asioiden omaksumista, vaan myös opiskelijan oma tietämys, maailmankuva ja oppimistaidot eli koko oppimisprosessi vaikuttavat oppimistuloksiin. Opettaja voi järjestää opetuksen ja ohjata erilaisten opetus- ja oppimismenetelmien käyttöön. Opiskelijan tulee kuitenkin itse prosessoida, joskin opettajan ohjaamana opittavat asiat ja kyettävä oppimisprosessin vähitellen edetessä itsenäiseen tiedonkäsittelyyn, ajatteluun ja ongelmanratkaisuun eli kognitiivisiin prosesseihin. Niihin liittyvät myös itsearviointitaitojen ja motivaation kehittyminen. Kun opiskelija kykenee vähitellen tarkastelemaan omaa oppimisprosessiaan, hän erottaa oppimista edistävät opiskelutavat. (Koli & Silander, 2002)

9.2. Verkkopohjainen opiskeluympäristö

Meisalo et al. mukaan Internet on ollut suuri piristysruiske erilaisille etäopetustavoille. Internetin lisäksi ovat yleistyneet myös sitä erotetut osaverkot eli Intranetit, joihin pääsevät vain tiettyyn organisaatioon kuuluvat jäsenet. Internet mahdollistaa ajasta ja paikasta riippumattoman opiskelun, kunhan vain Internet yhteys on saatavilla. Suomessa on viime vuosina voimakkaasti panostettu teknisten edellytysten luomiseen ja sisältötuotantoon. Www-palvelusta löytyy valtavasti tietoa, mutta se on sirpaleista ja osittain epäluotettavaa. Ongelmia ovat Meisalon ym. mukaan lisäksi tiedon alkuperä ja tekijänoikeudet, mutta näistä puutteista huolimatta Internet on korvaamaton tietolähde. (Meisalo et al., 2000)

Aarnion ja Enqvistin mukaan verkkoympäristössä opiskeltaessa on oppimisprosessin alkuvaiheessa oppilaille opetettava toimintaympäristöön kuuluva tekniikka mahdollisimman huolellisesti ja myös opiskeluilmapiiri tulisi saada mahdollisimman motivoivaksi. Suurimpana vaarana he pitävät oppimisen vähittäistä hiipumista, johtuen esim. liian monien projektien samanaikaisesta suorittamisesta. Alussa on parempi keskittyä yhteen asiaan kerrallaan ja opettajan on kyettävä pelkistämään asiat ehjiksi kokonaisuuksiksi. Heidän mukaansa verkko-oppiminen lisää osallistujien autonomiaa. Osallistumisen ongelmina saattavat olla rohkeuden puute ja osallistujan ongelmat tekniikan kanssa. Lisäksi ryhmädynamiikka saattaa eri opiskelijaryhmillä poiketa huomattavasti toisistaan. (Aarnio & Enqvist, 2002)

Koli ja Silander toteavat, että verkko-opetuksessa opettaja voi rakentaa opiskeluympäristön vuorovaikutuksessa opiskelijoiden kanssa ja toimia oppimisprosessin ohjaajana edistään oppimista eri tavoin. He pohtivat opiskeluympäristöä myös vähän laajemmin. Opettaja ohjaajana antaa palautetta ja arvioi oppimista. Verkko-opetusympäristö täyttää sekä ulkoisen että sisäisen opiskeluympäristön kriteerit. Siihen voidaan vaikuttaa ulkopuolelta ja siitä voidaan olla yhteydessä ulkopuolelle, mutta parhaimmillaan se vaikuttaa opiskelijasta itsestään lähtevään oman mielen ja sisäisen opiskeluympäristön prosessointiin. (Koli & Silander, 2002)

Verkko-opetuksessa opetus perustuu erilaisiin vuorovaikutusprosesseihin. Matikainen toteaa kirjassaan, että verkkopohjaista vuorovaikutusta tarkastellaan aina

kytkettynä kasvokkaiseen vuorovaikutukseen, vaikka sitä tulisi tarkastella laadullisesti erillisenä tapauksena. Verkkopohjaisessa opiskeluympäristössä vuorovaikutus tapahtuu sähköpostin ja keskusteluryhmien välityksellä. Tekstipohjainen viestintä eli vuorovaikutus antaa mahdollisuuden esimerkiksi kahdenkeskiseen keskusteluun eli dialogiin, missä omat mielipiteet ja ajatukset on pystyttävä esittämään kirjoitetun tekstin avulla. Hän toteaa edelleen, että koulutuksessa käytettävien vuorovaikutuselementtien käytön tarkoitus pitäisi olla selvillä. Ratkaisu, jossa keskusteluryhmä on ilman selvää tarkoitusta ja tavoitetta koottu, ei hänen mukaansa edistä itse oppimisprosessia. Vuorovaikutuksella tulisi olla myös pedagogiset tarkoitusperät. Kun valitaan välineitä vuorovaikutukseen, on mietittävä mitä ajatuksia tai viestejä vaihdetaan ja missä vaiheessa on itse oppimisprosessi. Opettajan on aina tapauskohtaisesti mietittävä sopivat keinot hyvään vuorovaikutukseen pääsemiseksi oppimisprosessissa. Matikainen toteaa yhteenvedossa, että oppimista tapahtuu oppilaitoksen ulkopuolellakin ja oppiminen on elinikäistä. Työelämää leimaa epävarmuus ja se heijastuu koulutusinstituutioihinkin. Vaikka muutosta verkko-opetuksen ja avointen opiskeluympäristöjen suuntaan on tapahtumassa, niin perinteinen koulutus ei ole paljonkaan muuttunut. (Matikainen, 2001)

Verkko-ohjaustaitojen saavuttamisessa opettajan omat kokemukset verkko-oppimisesta ovat tärkeitä. Verkko-oppimis- ja ohjaustaidot kehittyvät asteittain. Ohjaajan on kyettävä suunnittelemaan oppimistehtävät ja sen jälkeen rakentamaan opiskeluympäristö. Opiskelijan tiedonrakenteluprosessia tulisi ohjaajan pystyä tukemaan. Lopullisena tavoitteena on opiskelijan metakognitiivisten taitojen kehittyminen sellaiselle tasolle, että hän pystyy itse ohjaamaan omaa oppimistaan. Opettajien tulisi tuottaa verkko-oppimismateriaalia yhdessä ja samalla kaikkien ohjaajienkin taidot karttuisivat. (Koli & Silander, 2002)

10. OPISKELUYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Tutkielman tavoitteena on ollut kehittää verkko-opiskeluympäristö ”kemiaa valokuvauskemian avulla”. Ympäristö sisältää seuraavat pääkohdat:

1. VALOKUVAUKSEN HISTORIA
2. MV-VALOKUVAUSKEMIA
3. KEMIAN TEORIAN LYHYT KERTAUS
4. HARJOITUSTEHTÄVÄT

Alla on esitelty kohdan 4 ”harjoitustehtävät” jaottelu aihealueittain 10 harjoituskertaan.

Taulukko. 3. Opiskeluympäristön harjoitustehtävät jaoteltuina aihealueittain.

HARJOITUSKERTA	KEMIAN AIHEALUE	VALOKUVAUSKEMIA
1. HARJOITUS	-alkuaineet/ jaksollinen järjestelmä	- eri alkuaineet valo- kuvauskemiassa
2. HARJOITUS	- anionit ja kationit/ metallit ja epämetallit	- kehitereseptien metallit ja epämetallit
3. HARJOITUS	- suolat - kaavapaino/mooli	- erilaiset lisäaineet kehitteissä, kiinnitteet jne.
4. HARJOITUS	- suolat, konsentraatio	- valokuvauskemian liuos- ten suolapitoisuudet
5. HARJOITUS	- Hapot ja emäkset	- yleisimmät alan hapot ja emäkset + vesi
6. HARJOITUS	- pH:n mittaaminen ja laskeminen	- kehiteliuosten pH, veden happamuus
7. HARJOITUS	- Reaktioyhtälöt - hapettuminen/pelkist.	- vahvistaminen heikentäminen, toonaus

Taulukko 3. jatkuu

8. HARJOITUS	- orgaaninen kemia/ alifaattiset hiilivedyt	- kehitteet, keskeyte- liuokset yms.
9. HARJOITUS	- orgaaninen kemia/ aromaattiset hiilivedyt	- kehitteet
10. HARJOITUS	- koko opetusalue - kertaus	- koko valokuvauskemia

Www-pohjainen opiskeluympäristö on tämän tutkielman liitteenä.

11. JOHTOPÄÄTÖKSET

Opiskelijoiden motivointi kemian opiskeluun saattaa olla vaikeaa, koska usein he eivät pysty näkemään yhteyttä tulevan ammatin ja luonnontieteiden välillä. Kun kemiaa opetetaan audiovisuaalisella linjalla valokuvauskemian avulla, on opiskelijan helppo nähdä niiden välinen yhteys. Jos opiskelija voi yhdistää esim. kuvanvalmistuksessa esille tulevan kemian ja kemian aineopinnoissa oppimansa, tukevat ne toisiaan.

Www-pohjainen opiskeluympäristö tuo vielä muitakin etuja. Keskuspuiston Ammattiopisto on erityisoppilaitos ja oppilaiden poissaolot koulusta ovat runsaita eri syistä. Koska verkkopohjainen oppimisympäristö mahdollistaa opintojen seuraamisen koulun ulkopuoleltakin, on kemian kurssin suorittaminen mahdollista poissaoloista huolimatta. Lisäksi verkkopohjainen opiskeluympäristö kehittää vanhempiin sukupolviin kuuluvien aikuisopiskelijoiden tietotekniikkataitoja, jolloin heidän on helpompi opintojen päätyttyä sijoittua työelämän palvelukseen.

Www-pohjainen opiskeluympäristö tuo oman lisänsä opetukseen ja se vaatii opettajalta uudenlaisia opetuksen ohjaamisen taitoja. Hyvät ammatilliset valmiudet tietenkin helpottavat opetuksen suunnittelua ja eri opetusmuotojen tasapainoista käyttöä. Myös yhteistyö- ja vuorovaikutustaidot mahdollistavat opettajien välisen yhteistyön esim. opiskeluympäristöjen suunnittelussa ja toteuttamisessa. Näissä projekteissa kaikilla on mahdollisuus oppia ja pysyä jatkuvasti ”ajan hermolla”.

Lähteet:

- Aarnio, H & Enqvist, J, 2002, Diana-toimintamallin kehittäminen ja soveltaminen. Teoksessa M. Helenius (toim.) Verkkopedagogiikan kehittäminen ammatillisessa koulutuksessa ja työssä oppimisessa. Hakapaino Oy, Helsinki, s. 19-24.
- Adams, A., 1981, The Negative. Little, Brown and Company, New York, s. 226-244.
- Autio, V., Hanhijoki I., Katajisto, J., Kimari, M, Koski, L., Lehtinen, J., Montén S., Taipale, U. & Vasara, A., 1999, Ammatillinen koulutus 2010. Hakapaino Oy, Helsinki, s. 106-108.
- Dölle, S., Ehrström, T., Fagerström, R. & Syrjänen, T., 1978, Valtion Painatuskeskus, Helsinki, s. 9-20.
- Ensor, A., 2001, B&W Photo-Lab. Rotovision, Grans-Pres-Celingny, s. 18.
- Glaflkides, P, 1957, Photographic Chemistry. Fountain Press, London, s. 10-117,
- Hawkin, A. & Avon, D., 1979, Valokuvaus- ja Kuvaustekniikan Opas. Plandford Press Ltd, Singapore, s. 9-16.
- Hedgecoe, J., 1988, Valokuvaajan käsikirja. WSOY, Porvoo. s. 40-75.
- Heikkinen, M., Lepola, R., Raivio, L. & Ylihärtilä, A., 2002, 7 askelta fysiikkaan ja kemiaan. WSOY, Helsinki.
- Hicks, R. & Schultze, F., 1997, The Black and White Handbook. Butler & Tanner Ltd, Devon, s. 144-146, 146, s. 203-209.
- Hongisto, A., 2000, Arvioinnin ja Oppimisen Dialogi. Teoksessa J. Vuorinen (toim.) Arviointi ja kehityskeskustelu. PS-kustannus, Jyväskylä, s. 86.

Honka, J. & Ruohotie, P., 2000, Ammatillinen kasvu työelämässä. Teoksessa I. Mustonen (toim.) Ammattikasvatuksen haasteet. Saarijärven Offset Oy, Hämeenlinna, s. 19.

Huber, M., 1988, Grundlagender Fotografie: Farblabor Proxis. Verlag Laterna Magia, München, s. 11-37.

Hätönen, H., 2001, Eläköön Opetussuunnitelma. Opetushallitus, Helsinki, s. 7-12, 112.

Ilmarinen, J., 2000, Väestön ikärakenteen kehitys, työelämän tarpeet ja yhteiskuntapolitiikan haasteet. Teoksessa P. Sallila (toim.) Oppiminen ja ikääntyminen. Btj Kirjastopalvelu, Saarijärvi, s. 41-72.

Jeffrey, I., 1981, Photography. Thames and Hudson Ltd, London, s. 178.

Juuti, P., 2000, Ammatillinen kasvu työelämässä. Teoksessa L. Mustonen (toim.) Ammattikasvatuksen haasteet. Saarijärven Offset Oy, Hämeenlinna, s. 43-49.

Kirjavainen, K., 2001, Valokuva- Valokuvauksen perustiedot. WSOY, Porvoo, s. 6-47.

Kleemola, A. & Kleemola, K., 1991, Veden kemiaa ja fysiikkaa. Aarno Kleemola & Kari Kleemola, s. 10-12.

Kokkonen, J., Vuorenmaa, T.-J. & Hinkka I., 1992, Valokuvan taide, Suomalainen valokuva 1842-1992. Frenckelin Kirjapaino Oy, Helsinki.

Koli, H. & Silander, P., 2002, Oppimisprosessin suunnittelu ja ohjaus. Saarijärven Offset Oy, Hämeenlinna, s. 21, 83-84.

Koppinen, M.-L., Koppinen, E. & Pollari, J., 1994, Arviointi oppimisen tukena. WSOY, Juva, s. 45.

Lahn, L., 2000, Ikääntyvät oppijat oppivassa yhteiskunnassa. Teoksessa P. Sallila (toim.) Oppiminen ja ikääntyminen. Btj Kirjastopalvelu, Saarijärvi, s. 41-72.

Langford, M., 1998, Advanced Photography. Focal Press and Imprint of Elsevir, London, s. 287, 205-209.

Laurila, P., 2003, Arvosana-asteikko ja arvosanojen muuntaminen. Teoksessa E. Kinnunen & T. Halmevuola (toim.) Opiskelijan arvioinnin opas ammatilliseen koulutukseen. Hakapaino Oy, Helsinki, s. 79.

Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio, J. Modernit oppimisympäristöt. WS Bookwell Oy, Juva, s. 79-80.

Manninen, J., 2000, Kurssikoulutuksesta oppimisympäristöihin. Teoksessa J. Matikainen & J. Manninen (toim.) Aikuiskoulutus verkossa. Tammer-Paino, Tampere, s. 29-36.

Miettinen, K., 2003, Arviointi erityisopetuksessa. Teoksessa E. Kinnunen & T. Halmevuola (toim.) Opiskelijan arvioinnin opas ammatilliseen koulutukseen. Hakapaino Oy, Helsinki, s. 95-98.

Rauste-von Wright, M. & von Wright, J., 1994, Oppiminen ja koulutus. WSOY, Juva, s. 97, 134.

Valtanen, J., 2000, Kehityskeskustelun etiikka. Teoksessa J. Vuorinen (toim.) Arviointi ja kehityskeskustelu. PS-kustannus, Jyväskylä, s. 135-139.